

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平11-503236

(43)公表日 平成11年(1999) 3月23日

(51)IntCl.⁶

識別記号

F I

G 0 1 N 15/06
21/03
21/35
33/14

G 0 1 N 15/06
21/03
21/35
33/14

C
Z
Z

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 55 頁)

(21)出願番号 特願平8-530241
(86)(22)出願日 平成8年(1996)4月1日
(85)翻訳文提出日 平成9年(1997)10月6日
(86)国際出願番号 P C T / S E 9 6 / 0 0 4 2 4
(87)国際公開番号 W O 9 6 / 3 1 7 6 4
(87)国際公開日 平成8年(1996)10月10日
(31)優先権主張番号 2 7 0 8 7 7
(32)優先日 1995年4月6日
(33)優先権主張国 ニュー・ジーランド (N Z)
(31)優先権主張番号 2 7 2 1 7 7
(32)優先日 1995年5月22日
(33)優先権主張国 ニュー・ジーランド (N Z)

(71)出願人 アルファ・ラヴァル・アグリ・アクチボラ
ゲット
スウェーデン、エス-147 21トゥムバ、
ペー・オー・ボックス39、ファーム・セン
ター
(72)発明者 クライン, コーネリス
ニュージーランド、ハミルトン、ゴードン
トン・ロード、アール・ディ1番
(74)代理人 弁理士 青山 稔 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 流体中の粒子の定量決定方法及びその装置

(57)【要約】

本発明は流体中の粒子を定量決定する方法及び装置からなる。本発明の装置は、1又は複数の光発信器の発信器セットと、光発信器の出力に感光する1又は複数の光検出器からなる検出器セットとの組合わせからなる。サンプルの分析中、発信器と検出器の間の複数の信号通路からのデータが収集される。続いて、この情報は異なる流体の粒子含有量に対する公知のデータとの比較によって評価される。流体サンプル中の異なる粒子間の相違は、多くの実施例で起こりうる。典型的な使用としては、牛乳及び乳製品流体、血液サンプル、潤滑油、顔料の懸濁液等の分析が含まれる。

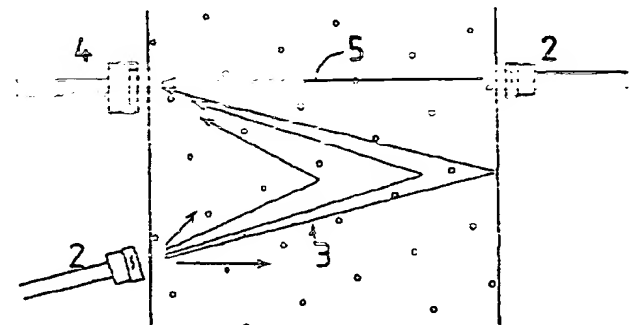


FIG. 1.

【特許請求の範囲】

1. 流体中の粒子を定量決定する装置において、

1 又は複数のサンプル光信号を与える 1 又は複数の光発信器からなる光発信器セットと、

前記光発信器の出力に感光する 1 又は複数の光検出器からなる検出器セットとからなり、

光発信器と検出器の間の複数のサンプル光信号通路からのサンプル光信号がサンプルの分析中に検出器セットによって受け入れられ、

前記検出器は出力値を与え、該出力値は処理手段によって評価され、流体の粒子含有量を指示する値を与えることを特徴とする流体中の粒子を定量決定する装置。

2. 前記検出器セットは、流体中に存在する粒子による反射によって、少なくとも 1 セットの分散又は反射光信号を検出するように配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

3. フィードバック検出器からなる光フィードバック手段を有し、

該フィードバック検出器の出力は、

少なくとも 1 つの光発信器の電圧と電流の何れか又は両方に影響を及ぼし、光出力を所定のレベルに維持すること、

少なくとも 1 つの光検出器の感度に影響を及ぼし、少なくとも 1 つの光発信器の光出力をマッチさせること、

粒子含有量を指示する値を与えるとき、補正に使用するために処理手段に利用可能な信号を与えること、

のうち少なくとも一つを与えることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

4. フィードバック検出器は、その出力をモニターする光発信器とほぼ同じタイ

プ及び特性の光発信器からなることを特徴とする請求項 3 に記載の装置。

5. 前記サンプル光信号通路は、

流体サンプルが分析される通路長と、

流体サンプルが分析される相対通路角度のうち、

THIS PAGE BLANK (USPTO)

少なくとも何れかが、互いに異なっていることを特徴とする請求項1から3の何れかに記載の装置。

6. 1又は複数のサンプル光信号が電磁スペクトラムの赤外領域内にあることを特徴とする請求項1から3の何れかに記載の装置。

7. 1又は複数のサンプル光信号は750-1200nm又は3000-10000nmの領域の波長を有することを特徴とする請求項6に記載の装置。

8. 光発信器は光発光ダイオード(LED)からなることを特徴とする請求項1から3に記載の装置。

9. 光検出器はフォトダイオード、光発光ダイオード(LED)、フォトトランジスタ、又は他の光電子デバイスからなることを特徴とする請求項1から3の何れかに記載の装置。

10. サンプルセルの壁に沿って異なる位置にある、又は挿入されたサンプルセルの壁に沿って存在するように配置された複数の光発信器からなる発信器セットを有し、

前記発信器の出力は、前記検出器セットの1又は複数の光検出器に複数の直接の信号通路を与えるように送信されることを特徴とする請求項1から3の何れかに記載の装置。

11. 前記発信器は、ほぼ湾曲したサンプルセル又はサンプルホルダの回りにほぼ半径方向に配向されていることを特徴とする請求項10に記載の装置。

12. 複数グループの発信器セットと検出器セットの組が設けられ、

各グループの発信器セットと検出器セットは他のグループから独立して機能するが、

各検出器セットの出力は、サンプル流体内に存在する粒子を指示する値を与えるときには、処理手段によって考慮されることを特徴とする請求項10に記載の装置。

13. 少なくとも1つの光発信器の出力はサンプルの分析中にパルス駆動されることを特徴とする請求項1から3の何れかに記載の装置。

14. 複数のパルス駆動される光発信器を有し、

前記検出器セット又は該検出器セットの個々の検出器は、サンプルの分析中にある時点で単一の光発信器の出力又はその組合わせを検出し、

前記光発信器のパルス駆動は同期して、個々の光発信器又はそのグループの出力を検出することができることを特徴とする請求項13に記載の装置。

15. 少なくとも1つの光発信器の出力は、サンプルの分析中にその出力強度が変化することを特徴とする請求項1から3の何れかに記載の装置。

16. 前記検出器セット又は該検出器セットの個々の検出器は、前記光発信器の1以上の出力強度で、処理手段による評価に利用可能な信号を生成することを特徴とする請求項15に記載の装置。

17. 前記検出器セットの少なくとも1つの検出器は、サンプルの分析中に少なくとも1つの信号を受け入れるように配置され動作され、

その信号は、前記発信器セットの1又は複数の発信器から直接に通過した光ではなく、純粹に反射され分散された光からなることを特徴とする請求項1から3の何れかに記載の装置。

18. 前記検出器セットの出力はデジタル形式に変換されることを特徴とする請求項1から17に記載の装置。

19. サンプル流体内に存在する粒子を示す値を生成するのに、評価のための処理手段に利用可能なデータがパック (packets) に準備されることを特徴とする請求項18に記載の装置。

20. サンプル流体中の粒子の存在を示す1又は複数の値を生成する処理手段を有することを特徴とする請求項1から19に記載の装置。

21. 前記処理手段は前記検出器セットによって生成された値を記憶された校正参照データと比較し、その比較によりサンプル流体中の1又は複数の異なるタイプの粒子の存在を示す値を生成することを特徴とする請求項20に記載の装置。

22. 前記記憶される値は、選択された標準に関する校正データからなることを特徴とする請求項21に記載の装置。

23. 前記データの比較は、線形回帰又はフーリエ変換のいずれか又は両方に基づいていることを特徴とする請求項21に記載の装置。

24. サンプルの連続流れを許容し得るサンプルセルを有し、又は有するように形成されていることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れかに記載の装置。

25. 前記請求項 1 から 24 の何れかに記載の装置を使用することを含むことを特徴とする流体中の粒子を定量決定する方法。

26. 前記請求項 1 から 24 の何れかに記載の装置を使用することを含むことを特徴とする流体の流量を決定する方法。

27. 1 又は複数の光信号を流体サンプルに通過させ、

複数のサンプル光信号通路からのサンプル光信号を検出し、

検出出力を処理装置による後続の評価に利用可能にすることを特徴とする流体中の 1 又は複数の粒子のレベルを定量的に決定する方法。

28. 前記検出光信号は、

流体サンプルが分析される通路長と、

流体サンプルが分析される相対通路角度と、

前記信号を生成する発信器の出力強度と、

通過した光の反射又は分散された光に対する比と、

波長のうち、

少なくとも何れかが、互いに異なっていることを特徴とする請求項 27 に記載の装置。

29. 前記検出出力を、図形図解又はフーリエ変換解析のいずれか又は両方により、記憶された校正参照値と比較し、

前記流体内の 1 又は複数の異なるタイプの粒子の量的レベルを指示する値を生成することを特徴とする請求項 27 又は 28 の何れかに記載の方法。

30. 前記光信号をパルス駆動することを特徴とする請求項 27 又は 28 の何れかに記載の方法。

31. 異なる発信器と検出器の動作を協働させて、それらの異なる組合わせから光信号の収集を許容することを特徴とする請求項 30 に記載の方法。

32. 前記少なくとも 1 つの光信号は電磁スペクトラムの赤外領域内の光からな

ることを特徴とする請求項 2 7 又は 2 8 に記載の方法。

3 3 . 牛乳及び他の乳製品をベースにした流体、

流動化した脂肪粒子、小球、及び懸濁液、

血液、血漿、精液、尿及び他の生物学的流体、

油及び潤滑油、及び

インク、塗料及び液体顔料

のうち少なくとも何れかの粒子レベルを決定することを特徴とする請求項 2 7 から 3 0 の何れかに記載の方法。

3 4 . 牛乳及び他の乳製品をベースにした流体に適用するときには、脂肪、たん白質、乳糖及び体細胞数の少なくとも何れかのレベルを指示することを特徴とする請求項 3 3 に記載の方法。

3 5 . 牛乳ラインに接続されることを特徴とする請求項 1 から 2 4 の何れかに記載の装置。

3 6 . 油又は潤滑油ラインに接続されることを特徴とする請求項 1 から 2 4 の何れかに記載の装置。

3 7 . 添付図面を参照して明細書で説明された流体中の粒子を定量決定する装置。

3 8 . 添付図面を参照して明細書で説明された流体中の粒子を定量決定する方法。

【 発 明 の 詳 細 な 説 明 】

流 体 中 の 粒 子 の 定 量 決 定 方 法 及 び そ の 装 置

技 術 分 野

本発明は流体中の粒子を定量決定する方法及びその装置に関する。好ましい実施例は、牛乳又は他の乳製品中の脂肪の定量分析に使用される。

背 景 技 術

本発明は流体中の粒子を定量決定する方法及びその装置に向けられている。粒子の用語は広い意味で使用され、ある相における固形物に限定されるだけでなく、他の液相における小容量の液の状態も含む。一例としては、乳液のようなバルク液相 (bulk liquid phase) 中に分散されたミセル (micelles) 又は小球 (globules)、又は牛乳のような液体中の脂肪球 (fat globules) がある。

さらに、液体の用語は、大抵の実施例は流体が液体である利用分野に使用されることが考えられるが、気体相をも含むようにとられるべきである。

流体中の粒子を定量決定するのに現在使用されている多くの装置は、比較的複雑である。この複雑性により次のようないくつかの欠点が生じる。

- ー それらの装置は比較的高価である。
- ー それらの装置は比較的こわれやすく、現場すなわち製造や処理環境での使用に適していない。
- ー それらの装置は、目的が特定され、簡単に他の分野に適用することができない。
- ー それらの装置は、インライン配置のサンプルをモニターするのに使用することができない。多くの実施例は製造ラインから取り出して分析装置に搬送する必要がある。

流体中に存在する粒子の量を決定するのに、従来は分光技術に依存している。この分光技術は、赤外線分光に基づいており、多くの場合液体中の有機粒子又は有機金属粒子を検出し定量分析するのに使用されるに過ぎない。一例としてニュージーランド特許第 1 9 2 3 2 5 号があり、これは赤外線吸収技術を使用してサンプル中の脂肪を定量測定し、飽和炭化水素結合ストレッチング (saturated c

arbon-hydrogen bond stretching) の赤外線吸収特性を評価する方法を記載している。しかしながら、この方法及びこれに関連する方法は、特定のカテゴリーの化合物の定量分析に特定され、サンプル中に存在する関係物質以外の物質の存在に影響される。

国際出願番号第WO92/17767号は、乳液中の脂肪を定量的に決定する類似の方法に向けられ、(C-H結合励起(c-Hbond excitation)以外の)他の要因により赤外線吸収ピークを考慮している。この技術は選択性を改良し(これによりサンプル中に存在する他の物質からの干渉を排除する潜在性を有し)ているようであるが、同質化处理(homogenisation treatment)をすることなく完全な牛乳から直接に正確に決定することができることをもクレームしている。しかしながら、この明細書に記載の発明は前述した一般的な欠点の多くを有している。

フランス特許第FR2050525号は、赤外線ビームがサンプル流体によって外側と境界づけられた平行な透明壁で反射させられる方法を記載している。ここで、ある部分のビームのみが反射し、チャンバーを出たときに(サンプル液体に吸収され又はそれを通過したものが)測定される。反射ビームの強度は粒子含有量を現わすと考えられる。しかしながら、この方法は使用される液体の数と種類に制限がある。

ロシア特許第SU983538号及び第SU1748058号は、流体中の粒子の決定方法に向けられているが、高価で複雑な機器を使用しなければならない。これらの特許のうち一方は、大部分の国で在庫がないマスターの使用を好んでいる。

一般に、従来技術の大部分はサンプル流体の連続的又はインラインのモニタリングをすることができず、一般かつ比較的にその使用及び適用に柔軟性がない。本発明の目的は、前記問題に鑑み、少なくとも公衆に選択権を与えることにあ

発明の開示

本発明の一つの局面によると、流体中の粒子を定量決定する装置において、

- ー 1 又は複数のサンプル光信号を与える 1 又は複数の光発信器からなる光発信器セットと、
- ー 前記光発信器の出力に感光する 1 又は複数の光検出器からなる検出器セットとからなり、
- ー 光発信器と検出器の間の複数のサンプル光信号通路からのサンプル光信号がサンプルの分析中に検出器セットによって受け入れられ、
- ー 前記検出器は出力値を与え、該出力値は処理手段によって評価され、流体の粒子含有量を指示する値を与えることを特徴とする流体中の粒子を定量決定する装置が提供される。

本発明の他の局面によると、前述した装置において、前記検出器セットは、流体中に存在する粒子による反射によって、少なくとも 1 セットの分散又は反射光信号を検出するように配置されている装置が提供される。

本発明の他の局面によると、前述した装置において、フィードバック検出器からなる光フィードバック手段を有し、

該フィードバック検出器の出力は、

- ー 少なくとも 1 つの光発信器の電圧と電流の何れか又は両方に影響を及ぼし、光出力を所定のレベルに維持すること、
- ー 少なくとも 1 つの光検出器の感度に影響を及ぼし、少なくとも 1 つの光発信器の光出力をマッチさせること、
- ー 粒子含有量を指示する値を与えるとき、校正に使用するために処理手段に利用可能な信号を与えること、

のうち少なくとも一つを与える装置が提供される。

本発明の他の局面によると、前述した装置において、前記サンプル光信号通路は、

- ー 流体サンプルが分析される通路長と、
 - ー 流体サンプルが分析される相対通路角度のうち、
- 少なくとも何れかが、互いに異なっている装置が提供される。

本発明の他の局面によると、前述した装置において、サンプルセルの壁に沿っ

て異なる位置にある、又は挿入されたサンプルセルの壁に沿って存在するように配置された複数の光発信器からなる発信器セットを有し、

前記発信器の出力は、前記検出器セットの 1 又は複数の光検出器に複数の直接の信号通路を与えるように送信される装置が提供される。

本発明の他の局面によると、前述した装置において、複数のパルス駆動される光発信器を有し、

前記検出器セット又は該検出器セットの個々の検出器は、サンプルの分析中にある時点で単一の光発信器の出力又はその組合わせを検出し、

前記光発信器のパルス駆動は同期して、個々の光発信器又はそのグループの出力を検出することができる装置が提供される。

本発明の他の局面によると、前述した装置において、処理手段を有し、該処理手段は前記検出器セットによって生成された値を記憶された校正参照データと比較し、その比較によりサンプル流体中の 1 又は複数の異なるタイプの粒子の存在を示す値を生成する装置が提供される。

本発明のさらなる局面によると、1 又は複数の光信号を流体サンプルに通過させ、

複数のサンプル光信号通路からのサンプル光信号を検出し、

検出出力を処理装置による後続の評価に利用可能にすることを特徴とする流体中の 1 又は複数の粒子のレベルを定量的に決定する方法が提供される。

本発明の他の局面によると、前述した方法において、前記検出光信号は、

流体サンプルが分析される通路長と、

- 流体サンプルが分析される相対通路角度と、
- 前記信号を生成する発信器の出力強度と、
- 通過した光の反射又は分散された光に対する比と、
- 波長のうち、

少なくとも何れかが、互いに異なっている方法が提供される。

本発明の他の局面によると、前述した方法において、前記検出出力を、線形回帰又はフーリエ変換解析のいずれか又は両方により、記憶された校正参照値と比

使し、

前記流体内の 1 又は複数の異なるタイプの粒子の量的レベルを指示する値を生成する方法が提供される。

本発明の他の局面によると、前述した方法において、

- 牛乳及び他の乳製品をベースにした流体、
- 流動化した脂肪粒子、小球、及び懸濁液、
- 血液、血漿、精液、尿及び他の生物学的流体、
- 油及び潤滑油、及び
- インク、塗料及び液体顔料

のうち少なくとも何れかの粒子レベルを決定する方法が提供される。

本発明の他の局面によると、前述した方法において、牛乳及び他の乳製品をベースにした流体に適用するときには、脂肪、たん白質、乳糖及び体細胞数の少なくとも何れかのレベルを指示する方法が提供される。

本発明は、概して言うところ、流体を通過する複数の光信号通路に対する値を獲得して比較することを特徴としている。考慮される信号は、同一の通路を通過する信号の複写からなるというよりもむしろ、多くの物理的特性において異なるものである。しかしながら、これは、同一の通路—これは分析が考慮されている通路のみであってはならない—に沿った信号からの多数のデータを得ることを妨げない。

信号通路を異ならせる方法は変えることができる。例えば、通路は次の方法すなわち、

- 分析される流体サンプルを通過する通路長、
 - 分析される流体サンプルが通過する相対通路角度、
 - 放たれた光ビームが検出器に直接に入射するか否か、
- で異ならせてもよい。

初期の実施例は、サンプルを通して反射した光と通過した光の両方に対する実質的に異なる値を得ることによるサンプル分析が好まれていた。しかしながら、サンプルを通過して検出器に入射する多重信号通路は、サンプルに存在する粒子

により、分微し反射する光にある成分を生み出し、該光の成分は検出器によって検出される。したがって、後続する組合わせと評価のために、通過したデータと反射したデータの個別の取得は、多くの実施例において、異なる通過信号通路の範囲に対する検出値の単なる取得に代用することができる。これにより種々の信号通路が（検出器に到達するときに）通過光の反射／分散光に対する異なる比率を有することになるので、多くの流体に対して、これらの通路は異なる相対角度を有することが好ましい。

本発明の好ましい実施例は牛乳その他の流体中における脂肪の決定に向けられているが、本発明は、乳濁液や懸濁液、インク、血液のほか、油圧油や機械油その他の油等の流体中の粒子の決定にも適用される。

流体中の異なる粒子の概算レベルを決定し又は少なくとも提供するために同一の装置を使用することができることが試行により分かった。これは、異なるタイプの粒子は吸収と反射の度合いが異なる（反射／分散の角度が異なる）という事実に依存しているようにもみえる。検出器セットから収集された信号は、各成分の反射と吸収の特性の組合わせの関数となる。参照値と比較することによって各成分粒子タイプの寄与（contribution）を決定することができ、またさらなる数学的解析により量的な値が得られる。例えば、牛乳のような流体に対しては、乳糖、脂肪、たん白質のほか、体細胞数のレベルの示度（indication）を得ることができるとともに、存在する粒子全体の示度も得ることができる。

本発明の最も実用的な実施例は比較的簡単であり、設計上比較的原料に 1 つの基板又はモジュールに構成することができるので、本発明の種々の実施例は牛乳

その他の流体の連続したモニタリングにおける用途を見い出すことができる。潤滑油流体の連続又は周期的モニタリングは、本発明のある実施例の実際的な使用の一例である。本発明の実施例は、粒子の存在が所定値を超えると、警報を発するか機械を停止するように使用される。自動車や航空機分野のエンジンにおける使用は特定の使用の一例である。他の用途には、血液、血漿、精液、尿及び生物学的流体の分析がある。他の用途には、インク、塗料及び顔料がある。実際には、本発明は、光信号と相互作用する粒子が存在する如何なる流体にも適用可能で

ある。低レベルのものとして、水のような流体の透明度を監視する浄化装置のような品質管理分野のほか、工業プラントの流体供給ライン等における使用を提案することができる。

本発明の多くの実施例は、赤外領域で動作するが、電磁スペクトラムの他の領域でも可能である。好ましい実施例は、750-1200nm又は3000-10000nmの波長領域（何れも赤外領域）の何れか又は両方で動作する。光発光ダイオード（LED）のような安価な発信器は、赤外及び可視領域で簡単に利用可能である。他のタイプの光発信器も可能である。

同様に、光出力が入射光に依存する比較的安価な光応答検出器も利用可能である。これらの多くは赤外領域内で比較的敏感である。赤外遠隔制御ユニットの普及により、一对のダイオードと検出器は簡単にしかも安価に入手可能である。しかしながら、種々のタイプの光応答検出器を本発明の種々の実施例に使用することができる。これらには、例えば、フォトダイオード、光発光ダイオード（LED）、フォトランジスタ、その他の光電子デバイスがある。ある場合にはより精巧で感度のよい検出器を使用することができるが、多くの利用分野では比較的安価なデバイスで十分である。

前に説明したことであるが、本発明の動作方法は、光の通過と反射に関する情報を含むサンプルに対して得られた値に基づく比較分析を含む。さらに、前述したように、この情報は別個に収集する必要がなく、検出器からの一つの読取りに含まれる。しかしながら、好ましくは、正当な精度を確保するために多数の異なる信号通路がなければならない。これらの要因は、本発明の実施例に使用さ

れる発信器と検出器が配置される数と方法に関係する。多くの可能性が存在し、以下これらを実施例で説明する。

典型的には、本発明の実施例は、少なくとも1つの発信器セットと1つの検出器セットとからなる。説明を簡略化するため、特に説明がない限り、単一の発光器セットと単一の検出器セットについて参照する。

各発信器セットは1又は複数の光発信器からなる。同様に、検出器セットは1又は複数の光検出器からなる。発信器セットと検出器セットは一般に通過光と反

射光の両方の値が得られるように配置されるが、必ずしも同時発生的でなくともよい。後続の処理／評価のために通過データと反射データが別個に得られるいくつかの実施例を、以下に説明する。

ある特定の配置では、単一の光検出器、又は多かれ少なかれ単一の光検出器として機能するいくつかの光検出器の配列（アレイ）を有している。この単一の光検出器は少なくとも2つの光発信器と組み合わせられる。これらの光発信器の少なくとも1つは、そのサンプル光信号が光検出器に通過光信号として受け入れられるように、すなわち、サンプル光信号がサンプル流体を通して直接に検出器に移動するように、配置することができる。少なくとも1つの他の光発信器は、反射信号が光検出器によって受け入れられるように、配置される。2つのウィンドウ間のセルに含まれるサンプル流体の簡単な例を考えると、少なくとも1つの発信器はサンプルセルの光発信器と同じ側にある（典型的には、セルウィンドウに沿ってある距離だけ変位している）。一方、他方の光発信器は、反対側のセルウィンドウを通して通過し信号を伝えるように配置される。このような状態は図1に示されている。

他の配置では、単一の光発信器と少なくとも2つの光検出器だけが設けられる。少なくとも1つの光検出器は光発信器からの通過光を受け入れるように配置される一方、少なくとも1つの他の光検出器は反射光を受け入れるように配置される。このような配置は図2に示されている。

他の配置では、複数の光発信器と光検出器の両方が設けられる。各検出器は（検出器セットが単一の光検出器からなる場合においても）複数の光発信器からの光

を受け入れることができる。これは異なる光発信器からの複数の反射信号からなってもよい。また、これは異なる光発信器からの複数の通過信号からなってもよい。この配置は、検出器当たり、1又は複数の通過光信号と反射光信号からなってもよい。

前のパラグラフで述べた配置においては、特定の光検出器に対する全ての光信号が同時発生的に受け入れられる必要はない。多くの場合、これらの信号は、特定

の光検出器が相互作用する異なる発信器から連続的に受け入れられる。異なる検出器と発信器の組／セット間の同時発生的シーケンス (concurrent sequences) は、ある実施例で行われる。

動作時に異なる光検出器が単一の光発信器からの信号に反応する可能性がある。これらの光検出器に対しては、通路長が (通過信号に対して) 異なるか、あるいは反射信号に対して異なる角度になっている。発信器と検出器の他の配置も可能であることは、理解されるであろう。

純粹に反射された読みが行われる他の実施例では、検出器と発信器は、異なる通路からの信号の複数の読みが可能となるように配置される。これにより、前述した又は後述する組合わせを含む、複数の発信器と検出器の組合わせを使用することができる。しかしながら、このような実施例の配置は、典型的には、多くの (全てではない) 検出器が通過信号を受け入れるようなものである。しかしながら、検出器に当たる光の一部は流体内の粒子による分散／反射によるものである。反射及び分散は吸収に寄与する結果、実際には、長さ及び／又は相対角度が異なる複数の信号通路は粒子の定量評価を許容するのに十分見られた。実際には、3-5の異なる通路長から、複雑性と正確性の間の満足のゆく妥協がみられた。サンプルと他のパラメータに依存して、2以上の通路が可能である。

各通路に沿う強度を変更し、異なる強度に対する読みを得ることは、種々の実施例に組み込むことができる。これは、サンプル分析で収集された異なるタイプのデータを増加し、あるタイプの流体及びあるタイプの粒子に対するいくつかの場合において、精度又は確実性を増加することができる。

正確なサンプル分析に好ましい複数の異なるタイプのデータ (例えば、異なる信号と通路の特性から得られる) を与えるために、発信器と検出器の多くの可能な種々の配置があることが理解されるであろう。次の状況のうち、1つ又は複数の状況をカバーするために、これまで述べた以外の配置が可能である。

一 複数の発信器が複数の光検出器と連携して一対一で同時発生的に動作し作用する場合、及び各信号通路が特性において実質的に同一である結果、ある範囲の同一の読みが同時に得られ、平均又は比較される場合。

ー 単一の発信器がいくつかの検出器と一体複数で同時発生的に作用する場合、及び物理的信号通路の特性（例えば、通路長や角度等）が実質的に同一である結果、得られる値が平均され、あるいは比較去れる場合。

ー 前のパラグラフで述べた状況において、発信器から各検出器への信号通路の特性が異なる結果、ある範囲の異なる信号通路の値が得られ、評価される場合。

ー 単一の光検出器が複数の光発信器からの光を同時発生的に受け入れ、各光発信器から単一の光検出器への信号通路が実質的に同一であり、値が平均又は比較される場合。

ー 前のパラグラフの状況において、各検出器信号通路が異なっている場合。

発信器及び／又は検出器を連続駆動し、パルス駆動し、あるいは非連続駆動することによって、データ収集サイクル中に、発信器と検出器の異なる組み合わせを選択することができる。

ある実施例において、十分な光発信器と光検出器があれば、発信器セットと検出器セットの動作は実質的に連続とすることができるが、一般にパルス駆動又は非連続駆動も使用することができる。これは、多くの潜在的に実現できる利点を与える。例えば、異なる光発信器と光検出器の動作を連続又は同期させることにより、多数の異なる信号通路長のデータを得ることができる。装置はこのようなデータ収集ステップを連続して反復し、後続の比較及び評価のための広範なデータセットを得ることができる。この情報は、特にサンプルが等質（homogenous）でない、すなわち、流れている場合に、存在粒子の定量決定に向上した値、すなわちより一致した値を与えることができる。異なるデータ収集サイクルは、それらのシーケンス、データ収集ステップ数が同一である必要はない。

非連続駆動の潜在的に実現できる利点は、光発信器によって要求される（期間中の）エネルギーが減少することにある。これは、遠隔的に設置された装置の場合、又は電力節減の要求がある場合に考慮するとよい。代案として、多くの光発信デバイスは、短い時間の間、通常の動作電流より高くすることが考えられる。これにより、光発信デバイスが通常の動作パラメータで連続的に動作されるなら

ば、サンプル光信号の突発強度 (intensity burst) が与えられる以上に高くなるであろう。これにより、装置の動作が向上し、広範囲の種類のサンプルになじみ易くなり、装置が連続的に駆動された場合よりも低く評価された部品を使用することができ、経済性が向上する。

装置には種々の他の修正が可能である。これらの修正は、ある場合において、精度、堅牢性、あるいは異なるサンプルを分析する能力を向上させることができる。また、ある場合には、これらの修正は前述の配置に対する修正としてもよい。一つの修正は、サンプル参照ビームの強度を変調することである。多くの点で、これはサンプル流体を通過する (同一角度で) 異なる通路長での読みを得ることに類似し、近似値として使用することができる。このデータは異なる通路長の結果に必ずしも確実に等しいとは限らないが、特定のサンプルの情報特性を与えることができる。

いくつかの実施例では、強度に関する情報は、検出器の応答とともに、データ記録／比較手段に供給され、これにより比較分析はその結果をこのサンプルビーム発信器の出力と関係させることができる。

サンプル光発信器の出力強度の修正は、出力をオートレンジ (autorange) にして検出器の特性に整合させるのに使用することができる。この場合、機械は自動調整 (手動で行なうことができるが) し、これにより検出器は最も有効で精密な範囲で動作する。代案は、検出器によって受け入れられる信号が、その出力の値は又は特定のサンプルタイプのために既に記憶された校正データと比較可能な範囲内になるように、出力強度を調整することである。

他のタイプの動作も可能である。固定された公知のサンプルビーム強度を与えるよりも、検出器が特定の信号強度を受け入れるまで、強度を変えることができ

る。その強度を達成するために、出力されたサンプルビームの強度は、後続の分析に使用される。そのような情報は、一定の公知の強度のサンプルビームを使用して得られたサンプルデータセットと組み合わせられる。異なる測定技術によるデータの収集、比較及び分析は、装置の精度又は堅牢性を増加するのに有益である。これは、本発明の装置が異なるタイプのサンプル又はサンプルの特性の大きな

変化に直面した場合に有益である。

サンプルビームの強度はその光源に蓄積されるが、その代わり光発信デバイスの他の特性が測定される。例えば、LEDのようなデバイスに対しては、デバイスを通過する電流が強度を示すものとして使用される。特定の光発光デバイスを校正してその出力強度を電流（又は他の特性（電圧等））と関連させることは、可能である。しかしながら、サンプルの結果が校正データとマッチしている場合、精確な出力強度は知られている必要がない。結果は絶対値で得られるのではなく、その結果を同一の条件での校正実行中にとられた記憶データと比較することに得られるからである。これは、装置の実施例に依存するとともに、記録された校正データが使用されているか否かに依存する。しかしながら、多くの場合、光発光デバイス及び装置の他の要素の特性が、少なくとも試行期間中又は校正実行の間に、ドリフトに対し比較的調和し、抵抗力があることが望ましい。これは、本発明のいくつかの利用分野における問題であり、以下にさらに説明する光学フィードバック手段によってアドレスされる。

利用される他の技術は、発光されたサンプルビームの方向を変えることである。この技術は、発光ビームが、多くの異なる位置からモニターすることができる広いビームよりも狭いビームである場合に、使用されるようである。ビームの角度を変えることは変調を行なう他の方法である。特定の固定された検出器に対して、サンプルビームの角度を変えることは、異なる測定された強度を与える効果を生ずる。その強度は、（検出器の位置に依存する）入射光に依存するだけでなく、サンプル流体による後方散乱、反射及び吸収の量を検出することに依存する。これは、サンプルビーム強度を単に変調することに、異なるタイプの情報を与え、多くの点で有益である。

この情報は校正又は記録データと再びマッチさせることができる。それはさらに粒子含有量の性質に関する情報を与え（例えば、粒子の反射率、サイズ、表面粗さ等が反射及び後方反射に影響を与える）、さらにそれはユーザに付加情報を与えることができる。もし本発明内で略述された調整と測定の異なる形態が使用されるなら、サンプルのさらに完全な情報セットを得ることができる。それらは

、濃度又は粒子含有量だけでなく、サンプルの他の特性をさらに精確に識別するのに使用することができる。サンプル内の異なる成分の測定、又はこれらの成分の比も可能である。

また、物理的特徴がサンプルビームの特性を変えるために与えられる。これは、サンプルビームと相互作用する反射器とレンズの使用を含めてもよい。これらはサンプルビームの一部と相互作用するだけでもよい。反射器、レンズ、ビームスプリッタ及びフィルタの使用が考えられる。特性を変更することができるフィルタの使用は、サンプル光源の特性を調節する他の手段である。ビームは異なる方法でサンプルと相互作用してもよい（サンプル光源の周波数を変える技術は前に説明した通りである。）。これらのデバイスの各々の使用は、サンプル光ビームの特性を変えるさらに他の方法である。これにより、サンプル流体の（異なる測定技術に対する）応答が得られ、続いて評価される。

ある場合には、発信器から出力された光強度を時間的に変化させてもよい。これは、他の発信器及び検出器が同一に変動しないなら、サンプル分析の結果に影響を与える。LEDに対してさえ、出力の緩やかな減少がその寿命期間中に起こる。流体の温度は、発信器、検出器及び他の要素の温度に影響を与え、読みに変化が生じるが、発信器の出力強度に最も大きな影響を与える。安定性の問題のために、LEDは、従来、この種の分析デバイスにおいて回避されてきた。

これらの問題に向かうために、フィードバック（ここでは「光学フィードバック」と言及されている。）のある形態を使用し、そのような変動や変化を補償する。好ましい実施例では、追加のソース検出器が、発信器のソースにおいて直接に光強度を測定するのに使用される。この検出器からのフィードバックは、発信器への入力電圧又は電流のいずれか又は両方を変更し、その出力強度が一定に維持されるのを保証する。

代案は、ソース検出器からの情報を使用して検出器の感度を変化させ、ソースの出力強度にマッチさせることである。他の代案は、フィードバックを使用して、検出器により得られた値／信号の後続の処理と評価の間に考慮されるべきさらなるデータを与えることである。これらの組合わせ及び他の技術を考慮してもよ

い。

ソース検出器の本質は変化してもよい。それは、装置内で使用される他の検出器に類似していてもよし、異なってもよい。モニターされるものと同一の発信器をソース検出器として使用することによってある利点を得られる。多くの発信器はそれらが検出器として機能し得るように接続することができる。そのようなソース検出器は発信器と同様に温度のような物理的特性に適正に応答するので、利点を得られる。さらに、LEDは（多くの実施例において使用される）フォトダイオードよりも安価である。

装置の敏感な要素を温度のような物理的影響から隔離するために、物理的な修正をしてもよい。その要素を温度に無力な（thermal inertia）材料のかたまりの中に装着することは温度の迅速な変化を助ける。周辺環境と熱交換するフィン又はその特徴を有するものは、サンプルによる温度変化に対する抵抗を助ける。その周辺環境を設けることは比較的安定している。加熱又は冷却手段（例えばペルチェ効果素子）を活性化するために温度感知手段を組み込んで設けることは、ある実施例において使用される。温度センサからの情報は処理／評価手段によってサンプル分析の一部として評価される。

サンプルから装置を熱的に隔離することはある実施例において使用される。物理的な空隙をセル壁と装置の間に設けることは一つの方法である。壁間が真空にされた二重断熱セルは可能であるが、二重セル壁は追加の反射と屈折を導入する。もしこれが一定であれば、この影響は同一の配位で収集された参照サンプルデータと比較することによって排除される。

他の技術及び方法が種々の実施例において利用されてもよい。多くの利用分野は高精度を要求しておらず、単にモニターされるサンプルに迅速又は著しい変化を決定することを必要としている。これらの利用分野においては、高い特殊な精

度は要求されないし、光学フィードバック又はその他のフィードバックのない装置の簡単な実施例で十分である。

検出器セットからの出力応答はサンプル流体中に存在する粒子を現わす。しかしながら、前述したように、ある場合には、サンプル流体の他の要素又は物理的

特性は、サンプル光信号及び検出器からの応答に影響を与える。サンプル流体中に存在する粒子の真のレベルを示す装置からの最終値を与えるために、そのようないくつかの他の技術は当てにできる。

ある状況で有効な一つの技術は、第2の参照サンプル信号を比較のために使用することである。このような場合、サンプルと参照との間の差は、粒子決定の最終出力値を与えるために一般的に評価される。そのような技術は公知であるので、ここでは詳細に説明しない。

上記配置は必ずしも全ての利用分野に適切ではない。ある場合には、重複したセットの装置を設けることは物理的に可能でないし、あるいは実用的でない。インライン流れのモニターが生じる他の場合には、モニターされるサンプル流体の性質が連続的に変化する結果、「典型的な」参照サンプルを得ることは困難である。

他の場合には、参照サンプルの寿命が比較的短い（例えば反応中間生成物（reaction intermediate））ので、参照サンプルを当てにすることは実用的でない。

前述した問題に向けられる他の技術は、比較のために収集したデータを使用することである。この収集データは広範囲の参照及び校正標準から収集される。サンプル流体の性質が変化することが予期される場合、追加の検出デバイスがサンプル流体の（粒子濃度及び存在の変化以外の）特性の変化を決定するために設けられる。そのため、選定は、引き継ぎ、記憶された参照及び校正標準のどのデータセットが評価サンプル流体の物理的性質と最も近接してマッチするかを決定する。しかしながら、そのような配置は困難又は極端なケースに対する使用を見出せないようである。

本発明は広範囲の流体に使用することができる。いくつかの典型的な流体は前述した通りであり、血液、油及び潤滑油、牛乳及び他の乳製品、液化ガス／固形物流れ、インク、塗料、顔料等の物質を含む。これらのいくつかの場合には、流体は選択されたサンプル光信号に対して不透明であり、異なる波長のサンプル光信号を使用することが必要である。ある場合には、電磁スペクトラムの可視光領

域を通る赤外部の外側に移動させることが必要である。ラジオ周波数又は短いマイクロ波とX線帯域のような他の領域が考えられるが、発信器と検出器デバイスはさらに複雑になる。これは、単純性と低コストといった本発明の潜在的な実行可能な利点のいくつかを否認することになる。しかしながら、電磁スペクトラムの他の領域のサンプル信号を使用することは、他の現在利用可能な技術より好ましく、優れている。

サンプル光信号の性質－周波数、強度等を含む－を変更又は変化させるオプションを設けることは、ある実施例において可能である。これは、自動的に又はユーザの好みによって選択される追加の発信器のセットによって与えられる。出力周波数が増加する発信器や、選択的にフィルターをかけることができるある範囲又は数の周波数を発信する発信器の使用も与えられる。発信器の出力を変えることができる発信器制御デバイスもまた使用することができる。

本発明のいくつかの実施例におけるさらなる向上として、サンプル流体の走査／分析のためのサンプル光周波数を変更することを利用してよい。牛乳のような物質に対して、単一の周波数のサンプル光信号を用いて良好な結果を得ることができるが、いくつかの異なる周波数でサンプルを走査することは、ある場合において結果を向上させる。粒子がサンプル光信号に対して不透明である場合、又は少なくとも部分的に不透明である場合、異なるサンプル光信号の周波数との相互作用は理論的には同じである。サンプル流体中の他の要素による干渉は、異なる周波数で対照的に効果を変化させる。異なる周波数での検出器の応答の適切な分析と比較により、検出器出力に粒子の存在についての明瞭な効果が得られる。しかしながら、そのような修正は全ての実施例において必ずしも使用されないが、あるサンプル流体に対しては、そのような改良を組み込むことは好ましいし、あるいは必要である。

本発明の大部分の実施例では、検出器セットの出力応答が考慮され評価されて、サンプル中の粒子の量を示す値を生成する。この評価はある形態の処理デバイス典型的には電子デバイスによって一般に達成される。そのようなデバイスは装置に組み込まれるが、コンピュータのような外部処理装置の使用も他の典型的な

シナリオである。

たいていの場合、光検出器からの出力を後続の評価又は処理に適切な形態に変換することが必要である。多くの実施例では、要求される変換を与えるのにアナログからデジタルへの変換器が当てにされる。しかしながら、種々の他の技術は検出器セットの出力を、利用される処理手段による後続の評価又は決定に適切なデジタル形式に変換することができる。

データの後続の評価は多くの方法によることができる。サンプル流体に存在する粒子を指示する値を得る最良の方法を決定するために、いくつかの試行と実験が行われる。しかしながら、使用を容易にするためには、多くの実施例は受け入れた信号を収集され又は記憶されたデータと比較することとしている。このデータは、処理装置に予めプログラムされた値であってもよい（説明を簡略にするために、検出器セットの出力又はそれから変換された信号から最終結果を生成する部分又は装置を言及するのに、「処理部」の用語が使用される）。この結果、ユーザによる「初期設定」データの後の収集は必要とされない。この記憶されたデータは分析されるサンプル流体のタイプに典型的な値からなっているが、多くの実施例では、参照サンプルを使用して精度をチェックし及び／又は装置を調整するルーチン校正（routine calibration）の手段が与えられる。この情報は E P R O M、又は処理部によって実行されるソフトウェアに記憶され保管することができる。ソフトウェアの使用は、装置の性能を変更するためにソフトウェアの更新することができるので、より柔軟性がある。

好ましいオプションでは、ソフトウェアに記憶された参照標準からの校正データが参照される。この情報は新しい校正実行が行われるときはいつでも更新することができる。

たいていの実施例では、そのサンプル流体に最も適した所定の機能が、存在粒子の最後の比較及び決定を助けるのに使用される。好ましい実施例では、線形回帰形の技術が使用され、牛乳に対しては対数ベース機能が一般に適用され、存在粒子と検出器応答との間の直線関係を生成される。しかしながら、異なる検出器特性（必ずしも線形又は対数である必要はない）は、応答を線形回帰に要求され

る直線に適合させるために要求される機能に影響を与える。

多くの数学的技術及びソフトウェアは入手可能であり、それは自動的にデータを修正して直線に適合させるか、あるいはその直線に適した式を選択することができる。このような既存の技術の使用が考えられる。フーリエ変換技術の使用も考えられる。データは直線に適合している必要はない。新しく得られたデータを既存のデータと比較して、サンプル流体中の粒子の濃度又は存在量を指示する値を与えるようなあるパターンが現れることのみが必要である。

ある場合には、処理部によって引き渡される値は任意のスケールでよいが、既存の受け入れ可能なスケール又はユーザが定義したスケールと一致するよう修正されてもよい。流体中の粒子の絶対割合又は濃度が要求されない場合、例えばユーザがサンプル流体中の粒子の存在が所定の制限から外れていないことをモニターする必要がある場合、任意の又は意味のないスケールが考慮される。他の場合、処理部は、受け入れられたスケール又はユーザが選択した単位の組み合わせ（例えばグラム／リットル）に形成した値を引き渡してもよい。

図面の簡単な説明

本発明のさらなる特徴は、次の添付図面を参照してなされる以下の実施例の説明から明らかとなる。

図 1 は、本発明により配置された光発信器と光検出器の実施例の側面図である。

図 2 は、本発明の可能な実施例の側面図である。

図 3 は、セルの実施例と、異なる光振動数で測定される実施例の可能な波長の配分 (allocation) を示す概略図である。

図 4 は、本発明の実施例におけるシステム要素の概略図である。

図 5 - 7 は、本発明の実施例を使用して行われた校正とテスト試行から得られたサンプルデータのグラフである。

図 6 は、図 5 の実施例の平面図である。

図 7 は、図 5 と図 6 の実施例の側面図である。

図 8 は、本発明の薄セルの実施例の分解斜視図である。

図 9 は、図 8 の実施例の平面図である。

図 1 0 は、本発明のスルーフローの実施例の分解斜視図である。

図 1 1 は、図 1 0 の実施例の側面断面図である。

図 1 2 は、図 1 1 の検出部の拡大図である。

図 1 3 は、図 1 2 に示す部分の平面図である。

図 1 4 は、発明のテストチューブ受入れの実施例の側面断面図である。

図 1 5 は、図 1 4 の実施例の平面図である。

本発明を実施するための最良の形態

本発明の一実施例によると、流体中の粒子を定量決定するための装置（符号 1 で全体的に示す。）が提供されている。この装置 1 は、

- 1 又は複数のサンプル光信号（符号 3，5 で全体的に示す。）を与える 1 又は複数の光発信器 2 からなる光発信器セットと、
- 前記サンプル光信号 3，5 の光に感光する 1 又は複数の光検出器 4 からなる検出器セットとからなり、
- 光発信器（2）と検出器（4）の間の複数のサンプル光信号通路 3，5 からのサンプル光信号がサンプルの分析中に検出器セットによって受け入れられ、
- 前記検出器（4）は出力値を与え、該出力値は処理手段（6）によって評価され、流体（7）の粒子含有量を指示する値を与える。

実施例 1 a

図 1 は、前述した一つの装置を示す。この装置には、複数の光発信器 2 が設けられ、そのうちの 1 つは通過信号（transmitted signal）5 を検出器 4 に与え、他の 1 つは反射信号（reflected signal）3 を前記検出器 4 に与える。

実施例 1 b

図 1 b は、前述した他の装置を示す。この装置は、信号発信器 2 からなり、その出力サンプル光信号 3，5 は複数の検出器 4 によって受信される。検出器 4 の少なくとも 1 つは通過光信号 5 を遮断するように配置され、他の少なくとも 1 つは反射光信号 3 を検出するように配置されている。

通過光信号は必ずしも図 1 と図 2 に示すように導く必要はない。検出器 4 は発

信器 2 に対して偏置 (オフセット) することができ、その一つの効果として光路長が増加する。また、発信器 2 からの光路長が異なるいくつかの検出器 4 を設けることもできる。さらに、複数の発信器 (そのうちの 1 つのみが一時に動作する) を設けることができ、これにより異なる検出器が異なる通過光路長及び／又は角度を有する連続信号を (各発信器から) それぞれ受信することができる。

典型的には、通過光路長 5 は比較的小さい。牛乳や乳製品のサンプルを測定するための実施例では、セルを横切る間隔は約 0.5 mm である。しかしながら、これはサンプル流体と発信器と検出器の特性によって変化させることができる。実施例では、サンプルチューブや瓶も受け入れられる。

サンプル流体は一般に静止していることが好ましいが、流体の移動は多くの実施例で許容される。毎秒 0.5 m までの流体速度は許容されると思われる。ある場合には、これより速い速度も許容される。流体が移動することについての主な問題は、流体の性質が変化すると特性が時間的に変化することである。例えば、エアポケット、濃度勾配、乱流等が読取りに影響を及ぼす。一つの可能性のある解決は、各データ収集セットが移動流体を停止させたような一連のスナップショットで構成されるように、パルス又は非連続な読取りを行なうことである。このような実施例では、比較的速い流体速度が許容される。このストロボのような技術は、化学反応を測定する場合や、短い時間間隔で迅速な著しい変化がある場合

にも使用することができる。

実施例 1 c

図 1 c は、本発明の可能性のある実用的な実施例を示す。ここでは、主流体ライン 8 が設けられ、該主流体ライン 8 から連続サンプルがパイ通路導管 9 を介して導出される。流体の速度を低減するために、導管に、特に発信器と検出器のセットを含むサンプル分析部 10 に絞り (restriction) を設けてもよい。検出器 4 の出力は A/D 変換器に送信され、該 A/D 変換器の出力は処理部 6 に受け入れられる。

実施例 1 d

図2から図4を参照すると、一連の発信器(11, 12)からの異なる角度の異なる波長(赤外領域内)の光15, 16は、サンプル14を通過し又はサンプルから反射した後、光電フォトセル(optoelectronic photo cell)13によって検出される。光は主に吸収を測定するために反対側で測定されるとともに、主に反射を測定するためにフォトセルと同じ側から測定される。

光検出器13からの信号は、増幅器20で増幅されてA/D変換器21に送信される。マイクロプロセッサ22の制御により光源が連続的にトリガされ、マイクロプロセッサが動作して光源が信号を発するので、信号はパルス性を有している。光のサンプリング及びトリガの速度は、セルを横切る流体の速度に限界を与えている。セルは(図1cの配置では)より遅い速度で通過するサンプルの小部分をつかむだけであるから、主な体積流体(main bulk of the fluid)は50cm/秒までの速度又はそれ以上の速度で流動させることができる。

今マイクロプロセッサ22に利用できる情報は、バスシステム(2方向)を介してホストコンピュータPC23に送信される。PCは情報を受け取り、ローカルデータベースを介して必要な計算と比較を行い、その結果をマイクロプロセ

ッサ22に戻す。マイクロプロセッサはこの情報をテストに装着されたディスプレイに表示する。

実施例2—データ処理

実施例2a

データは多くの方法で処理される。典型的な実施例は本明細書の前部分で説明した。実行することができる一つの特定の実施例は次の通りである。

| No. | 以白質 | 脂肪 | 60 | 40 | 20 | 0 | 20 | 40 | 60 | 脂肪 | 以白質 |
|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|------|------|
| 1 | 4.04 | 5.28 | 372 | 443 | 215 | 390 | 352 | 305 | 77 | 5.28 | 4.04 |
| 2 | 4.45 | 6.27 | 361 | 433 | 208 | 375 | 338 | 290 | 72 | 6.27 | 4.45 |
| 3 | 4.17 | 5.59 | 376 | 449 | 217 | 392 | 355 | 305 | 76 | 5.59 | 4.17 |
| 4 | 3.92 | 5.42 | 376 | 450 | 217 | 394 | 356 | 307 | 77 | 5.42 | 3.92 |
| 5 | 4.32 | 5.98 | 383 | 457 | 220 | 398 | 362 | 314 | 79 | 5.98 | 4.32 |
| 6 | 4.54 | 6.34 | 366 | 438 | 211 | 381 | 343 | 294 | 74 | 6.34 | 4.54 |
| 7 | 4.38 | 6.39 | 363 | 435 | 210 | 377 | 340 | 290 | 72 | 6.39 | 4.38 |
| 8 | 3.74 | 5.44 | 383 | 456 | 222 | 401 | 364 | 316 | 79 | 5.44 | 3.74 |
| 9 | 4.64 | 5.67 | 366 | 437 | 212 | 379 | 342 | 293 | 74 | 5.67 | 4.64 |
| 10 | 3.93 | 5.35 | 372 | 444 | 214 | 386 | 350 | 301 | 76 | 5.35 | 3.93 |
| 11 | 4.18 | 5.85 | 367 | 436 | 210 | 380 | 344 | 295 | 74 | 5.85 | 4.18 |
| 12 | 4 | 5.49 | 382 | 452 | 219 | 400 | 364 | 316 | 80 | 5.49 | 4 |
| 13 | 4.56 | 6.71 | 352 | 422 | 204 | 365 | 328 | 280 | 72 | 6.71 | 4.56 |
| 14 | 3.89 | 5.31 | 381 | 451 | 219 | 398 | 361 | 313 | 79 | 5.31 | 3.89 |
| 15 | 4.39 | 6.25 | 355 | 424 | 204 | 366 | 329 | 281 | 71 | 6.25 | 4.39 |
| 16 | 5.14 | 7.75 | 342 | 410 | 197 | 352 | 315 | 266 | 68 | 7.75 | 5.14 |
| 17 | 5.34 | 8 | 341 | 410 | 197 | 350 | 313 | 265 | 67 | 8 | 5.34 |
| 18 | 4.49 | 5.17 | 386 | 456 | 221 | 402 | 365 | 317 | 81 | 5.17 | 4.49 |
| 19 | 4.76 | 7.27 | 369 | 439 | 213 | 386 | 349 | 299 | 76 | 7.27 | 4.76 |
| 20 | 3.93 | 5.44 | 378 | 446 | 216 | 392 | 355 | 306 | 77 | 5.44 | 3.93 |
| 21 | 4.62 | 6.54 | 367 | 433 | 208 | 377 | 341 | 292 | 74 | 6.54 | 4.62 |
| 22 | 3.96 | 5.73 | 361 | 427 | 206 | 371 | 335 | 287 | 71 | 5.73 | 3.96 |
| 23 | 4.41 | 5.94 | 367 | 431 | 208 | 376 | 340 | 290 | 73 | 5.94 | 4.41 |
| 24 | 3.76 | 5.04 | 382 | 447 | 216 | 393 | 357 | 309 | 78 | 5.04 | 3.76 |
| 25 | 3.85 | 5.3 | 389 | 455 | 221 | 403 | 366 | 318 | 80 | 5.3 | 3.85 |
| 26 | 3.93 | 5.45 | 389 | 452 | 218 | 400 | 364 | 314 | 79 | 5.45 | 3.93 |
| 27 | 4.37 | 5.59 | 381 | 446 | 216 | 392 | 355 | 306 | 78 | 5.59 | 4.37 |
| 28 | 4.06 | 5.62 | 371 | 435 | 210 | 379 | 343 | 294 | 75 | 5.62 | 4.06 |
| 29 | 5.02 | 7.8 | 343 | 408 | 196 | 350 | 313 | 265 | 67 | 7.8 | 5.02 |
| 30 | 4.86 | 7.39 | 346 | 410 | 196 | 351 | 313 | 264 | 67 | 7.39 | 4.86 |
| 31 | 5.11 | 7.19 | 359 | 422 | 203 | 368 | 330 | 280 | 71 | 7.19 | 5.11 |
| 32 | 4.2 | 5.89 | 363 | 423 | 203 | 369 | 334 | 287 | 72 | 5.89 | 4.2 |
| 33 | 4.47 | 6.14 | 352 | 414 | 198 | 366 | 319 | 272 | 69 | 6.14 | 4.47 |
| 34 | 4.22 | 6 | 358 | 421 | 202 | 363 | 326 | 278 | 71 | 6 | 4.22 |
| 35 | 5.2 | 7.03 | 359 | 422 | 203 | 365 | 328 | 279 | 71 | 7.03 | 5.2 |
| 36 | 5.2 | 7.59 | 350 | 417 | 200 | 360 | 322 | 274 | 67 | 7.59 | 5.2 |
| 37 | 5.16 | 7.91 | 342 | 406 | 195 | 348 | 311 | 263 | 65 | 7.91 | 5.16 |
| 38 | 4.33 | 6.28 | 346 | 409 | 196 | 351 | 314 | 266 | 66 | 6.28 | 4.33 |
| 39 | 6.44 | 9.01 | 333 | 396 | 189 | 335 | 298 | 251 | 62 | 9.01 | 6.44 |

| 回帰統計 | | たん白質 | | 分散の分析 | | F | | 有効 F | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|----------|--|
| マシ7R | 0.791571 | | df | 二乗 | 平均二乗 | | | | |
| 残差 | 0.626585 | 回帰 | 7 | 8.32371 | 1.189101 | 10.06791 | | 2.56E-07 | |
| マシ7FR | 0.564349 | 残差 | 42 | 4.96054 | 0.118108 | | | | |
| マシ7FR | 0.343669 | 合計 | 49 | 13.28425 | | | | | |
| 観測 | 50 | | | | | | | | |
| | 係数 | 標準誤差 | t 統計 | P-値 | 下95% | 上95% | | | |
| イソセト | 13.45706 | 3.581796 | 3.757071 | 0.000458 | 6.228704 | 20.68542 | | | |
| x1 | -0.03174 | 0.020854 | -1.52188 | 0.134467 | -0.07382 | 0.010348 | | | |
| x2 | 0.004916 | 0.051169 | 0.09607 | 0.923857 | -0.09835 | 0.108179 | | | |
| x3 | -0.01804 | 0.087539 | -0.20611 | 0.837558 | -0.1947 | 0.158618 | | | |
| x4 | 0.046398 | 0.075203 | 0.61696 | 0.540117 | -0.10537 | 0.198164 | | | |
| x5 | -0.0368 | 0.047914 | -0.76796 | 0.446197 | -0.13349 | 0.059898 | | | |
| x6 | -0.00454 | 0.019881 | -0.22848 | 0.820225 | -0.04466 | 0.035679 | | | |
| x7 | 0.007708 | 0.04608 | 0.167282 | 0.867837 | -0.08528 | 0.100701 | | | |
| 回帰統計 | | 脂肪 | | 分散の分析 | | F | | 有効 F | |
| マシ7R | 0.863849 | | df | 二乗 | 平均二乗 | | | | |
| 残差 | 0.746236 | 回帰 | 7 | 31.21069 | 4.45867 | 17.644 | | 1.15E-10 | |
| マシ7FR | 0.703942 | 残差 | 42 | 10.61347 | 0.252702 | | | | |
| マシ7FR | 0.502695 | 合計 | 49 | 41.82416 | | | | | |
| 観測 | 50 | | | | | | | | |
| | 係数 | 標準誤差 | t 統計 | P-値 | 下95% | 上95% | | | |
| イソセト | 26.63764 | 5.239202 | 5.084293 | 5.79E-06 | 16.0645 | 37.21078 | | | |
| x1 | -0.07971 | 0.030504 | -2.61313 | 0.011881 | -0.14127 | -0.01815 | | | |
| x2 | -0.01325 | 0.074846 | -0.17707 | 0.860185 | -0.1643 | 0.137793 | | | |
| x3 | 0.002873 | 0.128045 | 0.022436 | 0.982191 | -0.25553 | 0.261279 | | | |
| x4 | 0.097821 | 0.110002 | 0.889263 | 0.378207 | -0.12417 | 0.319815 | | | |
| x5 | -0.07874 | 0.070085 | -1.12355 | 0.26668 | -0.22018 | 0.062694 | | | |
| x6 | 0.025556 | 0.02908 | 0.878811 | 0.383793 | -0.03313 | 0.084242 | | | |
| x7 | -0.05041 | 0.067402 | -0.74785 | 0.458122 | -0.18643 | 0.085616 | | | |
| 42 | 3.69% | 0.650716 | | | | | | | |
| 35 | 4.37% | 0.956384 | | | | | | | |
| 30 | 1.29% | 0.996797 | | | | | | | |
| 25 | 3.88% | 0.894907 | | | | | | | |
| 22 | 2.80% | 0.958661 | | | | | | | |
| オール | 7.16% | 0.863849 | | | | | | | |

| 回帰統計 | | 分散の分析 | | 42 | | | |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | | df | 二乗 | 平均二乗 | F | 有効 F |
| マシナリ | 0.850718 | 回帰 | 7 | 1.225702 | 0.1751 | 0.74844 | 0.677522 |
| 残差 | 0.723722 | 残差 | 2 | 0.467908 | 0.233954 | | |
| マシナリFR | -0.24325 | 合計 | 9 | 1.69361 | | | |
| マシナリFR | 0.483688 | | | | | | |
| 観測 | 10 | | | | | | |
| | | 係数 | 標準誤差 | t 統計 | P-値 | 下95% | 上95% |
| マシナリ | | -12.4148 | 34.10755 | -0.36399 | 0.724269 | -159.168 | 134.3382 |
| x1 | | 0.178219 | 0.816792 | 0.218194 | 0.832145 | -3.33616 | 3.692596 |
| x2 | | 0.149033 | 0.427439 | 0.348665 | 0.735358 | -1.69009 | 1.988155 |
| x3 | | -0.06005 | 0.45407 | -0.13224 | 0.897701 | -2.01375 | 1.893658 |
| x4 | | 0.148766 | 0.382993 | 0.388429 | 0.706727 | -1.49912 | 1.786655 |
| x5 | | -0.57092 | 0.677014 | -0.8433 | 0.420909 | -3.48388 | 2.342033 |
| x6 | | 0.225008 | 0.310678 | 0.724249 | 0.487312 | -1.11173 | 1.561748 |
| x7 | | -0.35622 | 0.526343 | -0.67807 | 0.514782 | -2.61659 | 1.904152 |
| 回帰統計 | | 分散の分析 | | 35 | | | |
| | | | df | 二乗 | 平均二乗 | F | 有効 F |
| マシナリ | 0.956384 | 回帰 | 7 | 9.104119 | 1.300588 | 3.062656 | 0.268142 |
| 残差 | 0.914671 | 残差 | 2 | 0.849321 | 0.42466 | | |
| マシナリFR | 0.616018 | 合計 | 9 | 9.95344 | | | |
| マシナリFR | 0.65166 | | | | | | |
| 観測 | 10 | | | | | | |
| | | 係数 | 標準誤差 | t 統計 | P-値 | 下95% | 上95% |
| マシナリ | | -12.0689 | 70.83227 | -0.17039 | 0.868475 | -316.836 | 292.698 |
| x1 | | -0.3767 | 0.492808 | -0.7644 | 0.464199 | -2.49708 | 1.743681 |
| x2 | | 0.234021 | 0.803534 | 0.29124 | 0.777469 | -3.22331 | 3.691353 |
| x3 | | -0.19314 | 1.358684 | -0.14215 | 0.890092 | -6.03909 | 5.652811 |
| x4 | | 0.546261 | 1.505394 | 0.362869 | 0.725079 | -5.93093 | 7.023455 |
| x5 | | 0.014886 | 1.278153 | 0.011647 | 0.990962 | -5.48457 | 5.51434 |
| x6 | | -0.38582 | 0.479663 | -0.80435 | 0.441924 | -2.44964 | 1.678009 |
| x7 | | -0.05336 | 0.625545 | -0.10153 | 0.921356 | -2.3146 | 2.20788 |
| 回帰統計 | | 分散の分析 | | 30 | | | |
| | | | df | 二乗 | 平均二乗 | F | 有効 F |
| マシナリ | 0.996797 | 回帰 | 7 | 7.502514 | 1.071788 | 44.39321 | 0.022204 |
| 残差 | 0.993605 | 残差 | 2 | 0.048286 | 0.024143 | | |
| マシナリFR | 0.971223 | 合計 | 9 | 7.5508 | | | |
| マシナリFR | 0.15538 | | | | | | |
| 観測 | 10 | | | | | | |
| | | 係数 | 標準誤差 | t 統計 | P-値 | 下95% | 上95% |
| マシナリ | | 70.35572 | 17.56148 | 4.006253 | 0.003081 | -5.20528 | 145.9167 |
| x1 | | -0.27176 | 0.079698 | -3.40153 | 0.007854 | -0.61555 | 0.071999 |
| x2 | | -0.25385 | 0.132902 | -1.91007 | 0.088451 | -0.82569 | 0.31798 |
| x3 | | -0.52072 | 0.121766 | -4.27638 | 0.002061 | -1.04464 | 0.003199 |
| x4 | | 0.807338 | 0.129986 | 6.21095 | 0.000157 | 0.248052 | 1.366624 |
| x5 | | -0.16915 | 0.121916 | -1.38746 | 0.198592 | -0.69372 | 0.35541 |
| x6 | | -0.13001 | 0.10778 | -1.20623 | 0.258478 | -0.59375 | 0.333734 |
| x7 | | 0.613654 | 0.126007 | 4.870019 | 0.000883 | 0.071491 | 1.165817 |

この方法は、750-1200 nm波長のスペクトラムの赤外領域で異なる角度 $I(\theta)$ で分散した光の強度を測定することを基礎としている。その後、次の多重回帰式 (multiple regression equation) を利用する。

$$FAT = \sum \alpha_i I(\theta_i) + \alpha_0$$

予め計算された回帰係数 α_i を用いて、FAT値を概算することができる。図5から、上記回帰式を使用して予測された値が個別に測定されたFAT値と比較して正に一致していることが分かる。これらの予測測定では、ただ1つの波長を使用した。発明者らの計算によると、FATレンジ[4, 8]では8%の誤差が観察され、FATレンジ[4, 6.5]では6%の誤差が観察された。これは、領域[6.5, 8] (図6参照) で分散光強度がFAT含有量に依存していることで説明できる。異なる波長のダイオードのセットを使用することにより、脂肪含有量を検出する精度を向上することができる。異なる角度に対するさらなるデータ (例えば、70°と110°が考えられるが、90°±60°は多くの実施例に許容できる範囲である。) があると、概算の精度がより良くなる。

使用時には、測定される流体サンプルの特性データを多くの実施例に提供することが考えられる。しかしながら、正確な確定実行 (determination run) が行なわれる前に、校正実行 (calibration run) が行なわれる必要があるようである。このような校正実行は典型的には最初に行ない、その後ルーチン的にドリフトやパラメータの変化に対する読取りの精度をチェックする。このような校正実行はエンドユーザではなく、サービスマンによってルーチン検査で行われる。

発明者によって試行された特定の実施例を詳細に説明する。この説明は例を示すもので、本発明の範囲を限定するものではない。

実施例2b-校正手順

動作原理は統計データの多重回帰法による数学的計算に基づいている。したがって、1又は複数の公知のパイロット流体又は公知の参照/テスト流体に対してセルを校正する必要がある。この流体は通常は牛乳分析に対してはテスト牛乳サンプル

である。勿論、テストは後で行なうことができる。

精度はソフトウェアによって計算することができるが、精度と再現性は選択された実施例の安定性によって大いに決定される。例えば、温度変化は読取りに影響を及ぼし、またセルのガラス壁の表面の漸進的な汚染は読み取りの精度に影響を及ぼす。

毎週の校正が推奨される。代案の方法として、体積脂肪結果 (bulk fat result) に関する乳製品工場からの報告が乳製品パイロットチェックとして使用される。これは、全体システムの中の個々の機械をある程度まで校正することができる。毎日、乳をしぼった後、体積脂肪含有量 (bulk fat content) がソフトウェアによって算出される。

実施例 2 c - データの解釈

最初のロットのサンプルでは、僅か 50 のサンプルが測定セルを通過した。生データのグラフでは、7 つのグループのデータに脂肪 / たん白質がみられた。プロトタイプ of 7 つの LED からの分散により得られた出力である。

観測すると、読みは全範囲にわたって均等に広がっていないし、平均的な牛乳と比較して比較的高いことが分かった。この理由は、ジャージー種の牛の全群れの乳がでなくなる (drying off) 直前の晩終期に、ニュージーランドの工場供給農場からサンプルが収集されたからである。9 % 又はそれりやや高い牛乳脂肪の読みが観察された (このセットのデータではない。)。

各グループには、右に下降する勾配を有する明瞭な傾向がある。このデータの勾配は、修正係数が比較的高く、これによりさらに正確な概算の可能性が期待されることを意味する。これに対し、あるグループのデータポイントには、この一般的な勾配から著しく逸脱するものがある。これは、これらの状況のもとで光源から得られる情報が、一般の勾配傾向に従うデータよりも、予測点に貢献していないことを意味する。これらの点は一般に牛乳中の脂肪以外の固形物についての他の情報を与える。これは、観測に 1 以上の光源を使用した一つの理由である。

多重回帰法を用いて全てのデータの点を処理した後、修正係数とインターセプト (intercept)、又は計算したいデータポイントを得るための式を加算する自由係数を得た。

予測された値の結果は、個々の読み (生データ) にその回帰係数を乗じて、インターセプトを加算することによって得ることができる。この結果は、他の方法 (化学又は校正赤外 (calibrated infrared)) からの相対誤差によって与えられる範囲内で、測定された脂肪の読みとぴったりと一致する。

脂肪とたん白質のプロット線（例えば図 7 参照）は、たん白質及び脂肪の読みの予測と測定の間の良い関係を示す。この試行において、約 5 % の全体相対精度が達成された。しかしながら、これらの読みがとられた条件は理想以下である。温度の依存性（他の結果参照）は考慮されていない。読みは約室温で行われた（発明者らはこの温度を測定していない。）。

後の作業により、約 3 5 ° C の温度の増加により 2 % 以上の相対精度でより良い相関が生じたことが分かった。

発明者の温度測定によると、熱制御された水槽でサンプルを約 2 0 分間加熱した後、3 0 - 4 0 ° C の間で最も良い結果が得られた。幸い、通常この体温を既に有する乳牛からのストレートの牛乳を処理しているので、脂肪球 (globules) / 粒子 (particle) は最適条件で溶解しており、測定がより正確になる。

発明者は、1 0 のサンプルで、約 5 ° の温度間隔で観察を行なった。温度依存性は明らかであるが、理想的にはこの分野でさらなる作業をする必要がある。このテスト結果から、約 3 0 ° での誤差は 1 . 2 9 % であることが分かる。これらの結果は、テストセルの物理的構成に提案された多くの改良をすることなく得られた。多くの時間をかけてこの方法を細かく調整することで、より良い結果が得られる事が分かる。

実施例 3 a

図 8 は、本発明のさらなる実施例を示す。装置は 2 つの半本体 3 0 a と 3 0 b からなり、これらはセル（符号 3 1 によって全体的に示されている。）を挟持している。セルは、フロント光学窓部 3 2 と、リヤ光学窓部 3 3 と、これらの間に配置されたテフロンガスケット 3 4 とからなっている。ガスケット 3 4 は窓部 3 2, 3 3 の間隔をとるとともに、サンプルセルの厚さを規定している。フロント窓部 3 2 の開口 3 5 は、牛乳又は他のサンプル流体が本体 3 0 b 内の入口チャンネル 3 6 と出口チャンネル 3 7 を通って流れるのを許容している。

リヤ半本体 3 0 a には複数の開口 3 8 が設けられ、それらの中に光発信器（不図示）の出力を導くことができるようになっている。また、フロント半本体 3 0 b には追加の開口 3 9 が設けられている。この開口 3 9 は追加の発信器（図 8 に

は図示していないが、例えば 39 a) のためにオプションとして使用される。図 1 に関連して、これらの発信器は、主として、装置からの反射応答を引き出すためのものである。

フロント半本体 30 b) には、フォトダイオード 40 からなる検出器 40 が図示するように配置されている。このフォトダイオード 40 は A/D 変換器又は応答を評価するための他の処理手段に接続されている。

図 9 は、図 8 の実施例の上方から見た図を示す。図 8 と図 9 の実施例は、図示されたサンプルセル 31 に依存する代りに、サンプル瓶を受入れるように簡単に修正することができる。このためには、瓶を受け入れるように円筒形状の中央開口部を設けることになる。また、半本体 (30 a, 30 b) を修正し、例えば検出器を半本体 30 b) のさらに背後にオフセットする必要がある。さらに、再配置された検出器 40 に収束するように光通路の導管 38 を調整する必要がある。しかしながら、これは必ずしも行なう必要がない。なぜなら、検出器 40 に収束しない光通路は、依然として、流体内の粒子によって分散され拡散される信号を与え、検出器 40 に読みを与えるからである。このような場合、反射信号通路 39 を設ける必要がない。

実施例 4

図 10 から図 13 は、本発明のさらに好ましい実施例を示す。この実施例は、サンプル材料の運動状態を分析するのに適しているが、サンプルセル又は瓶を受け入れるように適合させることもできる。また、この実施例は、牛乳、油、潤滑油、ガス、血液、生物学的流体等の広範囲のサンプルに存在する粒子を分析するのに適している。中央に開口を有する本体 50 が設けられ、その開口にガラス又はシリカチューブが保持されている。サンプルチューブ 51 の両端はサンプルフローライン (チューブ 52 a, 52 b) に接続されている。本体 50 の中には発信器 54 と検出器 55 が収容されている。発信器 54 (IR 発光 LED からなる) と検出器 55 (フォトダイオードからなる) の配置は図 12 と図 13 に明瞭にみられる。

装置の安定性を改良するために、本体 50 は一般に低から中程度の熱伝導度と

適切な質量を有する 1 ブロックの材料からなっている。高密度プラスチックは好ましい選択である。さらに、サンプルチューブ 5 1 と本体 5 0 の間にギャップが設けられるとともに、いずれかの端部に回路基板と、サンプルチューブ 5 1 から断熱するための取付部材とが設けられている。

LED は 3 次元配列で配置されている。これは、図 1 2 と図 1 3 を参照すると良く分かる。効果的に、4 セットの発信 LED (各々はフィードバックのために検出 LED と結合している。) が設けられ、これらはフォトダイオード検出器 5 5 によって検出されるようにサンプル流体を通過する複数の異なる通路を提供している。各セットの 2 つの LED (5 4) はパルス駆動され、そのセットに対し検出器 5 5 によって読み取りが行われる。各それぞれの発信 LED は、後続の分析により多くのデータを与えるために、別個にパルス駆動することができる。

他の LED の配置を採用することができる。前記実施例の変形 (不図示) として、図 1 3 に示す配置で分布するほぼ平坦な配列の LED が設けられる。各平坦な LED セットは、検出器 5 5 に接続され、読み取りは後続の分析のために平均されるか、あるいは後続の分析のために別個のデータを与える。

この実施例及び他の実施例のさらなる変形として、光を発信器から 1 又は複数の地点まで伝送するために光ファイバーを使用することができる。これにより、

発信器や関連回路の数、個別の安定性から生じる問題を減少することができる。

安定性をさらに運動するために、各発信 LED 5 4 に対してさらなる LED 6 0 が設けられる。これらの付加 LED 6 0 は発信 LED 5 4 と同じタイプであるが、発信器よりもむしろ検出器として動作するよう配置される。これらの付加 LED は回路に接続され、発信 LED への電圧及び／又は電流を変更して、出力が一定で時間や温度等の要因の影響を受けないことを保証する。この光フィードバックを使用する他の方法は前に説明したが、この実施例及び他の実施例の変形に利用することができる。

さらに、ヒータ 6 1 を本体 5 0 に熱的に接続して、該本体を一定温度に維持するようにしてもよい。この場合、本体 5 0 はくらかの熱伝導率を有することが望ましいが、サンプルの迅速な変化が直ちに伝達されて本体 5 0 に迅速な温度変化

を引き起こすほどの伝導率であってはいらない。これは、本体 5 0 のブロックの回りに加熱コイルを設けるか、全体に分布する加熱装置を設けることによって行なうことができる。典型的には、そのような加熱装置 6 1 は 1 又は複数の温度センサ 6 2 によって制御される。冷却装置（ペルチェ効果素子が選択されることが多い。）が冷却用に設けられる。

全体アセンブリは外部ハウジング 6 3 に收容され、内部要素が保護される。ユニットをシールするためにワッシャー又は O リング 6 4 を設けることができる。

次に、検出器 5 5 からの出力は外部処理装置に供給される。これは、A / D 変換器によってデジタル形式に変換される。A / D 変換器は図 1 2 から図 1 4 に示された検出装置に含めることができる。これは前記実施例で説明したように分析される。

実施例 4 b

図 1 0 から 1 3 の実施例は、サンプル流体をモニターすることができる位置に挿入される。分析を始める前に、比較とその後の評価のために、ある範囲の校正データを取得する必要がある。これは、装置によって分析される参照サンプルのセットをすることによって達成される。次に、検出器からの値は記録され、種々の数学的変換が行われ、未知のサンプルの検出値がサンプル内の粒子含有量の示度に変換される。

精度が高いため、参照サンプルが一般サンプルと類似した条件で分析されることを保証するという利点がある。これは、物理的特性が類似していることを意味し、例えば温度が同一で、サンプルセルの種類が同一であり、流量が同一であることもありうる。しかしながら、参照サンプルに対してこの流れを生じさせることは困難である。多くの実施例では、発信器のパルス駆動性は、サンプルのほぼ静止したスナップショットをとる傾向にあり、そのスナップショットは本発明の多くの利用分野の参照サンプルデータと都合よく比較される。

実際には、各検出装置は工場から出荷されるときに校正され、該検出装置が使用されるときはいつでも、特定セットのデータが後続する評価手段による評価のために準備される。さらに、校正はルーチン的に行われ、工場セッティングから

の偏移、(原工場データが得られた条件と異なっている場合に) サンプルが測定される条件の変化に対して補償している。

牛乳のようなサンプルに対しては、種々の成分を測定することができることが分かった。例えば、脂肪含有量、たん白質含有量、体細胞数その他、乳糖含有量も測定することができる。一般に、校正のために、前述の成分(又は分析される他の成分)の含有量が知られている50のサンプルが得られる。参照サンプルは特別に作ることができるが、以前に分析された牛乳サンプルを使用することもできる。次に、50のサンプルからのデータが収集され、検出器の出力値と各成分の公知の含有量との相関がとられる。多くの場合、例えば線形回帰やフーリエ変換等の正当な式を選択することにより、良い相関が得られる。

次に、検出器の値を特定の成分粒子の示度に変換するのに要求される数学的記変換は、この参照サンプルを用いる将来の使用のために記録される

類似の技術が他のタイプの流体に適用される。潤滑油のような物質には、該潤滑油に存在する異なる金属粒子間を区別することは一般に可能ではないが、炭素含有量等とは異なって金属含有量を指示することは可能である。主潤滑相の中で完全には溶解しない他の汚染物質の存在は決定することができる。

同様に、多くの生物学的サンプルには、流体内に浮遊した又は非溶解形態で存在する異なる物質が存在する。異なる粒子は異なる吸収と反射パターンを有し、これらは本発明によって識別することができる。

実施例4c

図14と図15は、本発明の他の実施例を示し、瓶を使用するものに向けられている。血液生成物の分析は一つの利用分野である。

実施例は、中央開口部を有する本体50からなり、該開口部には瓶70を挿入することができる。平坦な配列の発信器71が設けられているが、他の配列(例えば前述の実施例を参照)も採用することができる。

光信号は検出器72によって検出され、該検出器は選択された評価/処理手段に接続されている。この装置は回路基板53に装着することができ、該回路基板は他の関連部品を支持することができる。

実施例 4 d - モニタリング アプリケーション

これまで説明した実施例は、主に粒子含有量を示す値を与える実施例に絞られてきた。しかしながら、本発明の予測可能な利用分野には、粒子成分が所定の値を超えたときのみ示すモニタリング装置としての使用が含まれる。この場合、処理及び評価装置はそんなに複雑にする必要がない。センサは一般の処理装置に接続ことによって校正され、該センサの特定の性質はセンサに含められる適当な媒体（例えば E P R O M チップ）に記録される。センサはいくつかの処理装置を含み、検出器の応答がある限界に相当する所定値を超えるレベルを超えたか否かを決定する。例えば、その装置は、潤滑油中の水成分が 0.5% を超えたときを示

すように設定することができる。この装置は、検出器出力が 0.5% 水レベルに相当するレベルを超えたときにモニタリング部がトリガされるように、調整される。

この点では、モニタリング回路は異なる状態に切換え又はラッチされ、適当なアラームを発し、あるいはそれに対し何らかの動作を起こす。

検出器出力があるレベルを超えたか否かについて単一の比較がなされる簡単なモニタリングアプリケーションに対しては、種々の評価方法を取り得るデジタル評価がおそらく最も有効な方法であるが、簡単なアナログ比較回路でも十分である。これにより費用を低減することができるが、多くの場合、ユニットは校正して調整し、あるいは他の装置と連携する必要がある。これは、他の実施例で前に説明したような完全な処理評価装置であり、またタスクすなわちモニタリングアプリケーションに対してセンサを校正するタスクに対してもっぱら特殊化された装置である。

実施例 4 c - 流量

本発明の多くの実施例は、流量を決定するのにハードウェアの少しの修正で又は全く修正することなく使用することができる。発信器がパルス駆動される実施例では、サンプルの「スナップショット」が迅速に連続してとられる。スナップショットの間隔が十分に短いならば、（サンプルの均一性に基づいて）移動サンプルの各スナップショットの特性間の変動が分かる。これらの変動は、濃度の変

化、気泡や粒子、異物の存在による。もし第2（又は第3）のスナップショットが下流でとられると、処理部／ソフトウェアによって比較がなされ、スナップショットをマッチさせ、これにより2つの検出地点間を移動するのに要した時間が決定される。離れた検出地点間の距離は知られているので、速度すなわち流体の流量が決定される。

流量を知ると、それが上記方法で決定されようと従来の流量測定技術で決定されようと、サンプルのさらなる分析を行なうことができる。流量を決定し、これ

により時間ドメイン（time domain）を確立することは、フーリエ変換解析のような解析法に有益である。

実施例5－他の変形又は改良

種々の実施例に修正がなされてもよい。赤外領域内では、次数を変えることによってある物質はある波長を吸収する。さらに、それらの変化率は変化することがある。ある物質（そのうちいくらかは溶解してもよい）に対する装置の感度は、特定の物質が相互作用する特定の周波数で出力を生じる光源を使用することで、改良することができる。したがって、LED又は他の光源は、この相互作用の範囲の波長の光を生じる。感度の高い特定のセンサが生産去れる場合、事実上、全ての光源はセンサユニットの感度と特定性を増加するようなタイプであってもよい。しかしながら、大抵の実施例では、異なる波長を生み出すいくつかの発信器を含むことが有益であるといえる。これにより、サンプル中の異なる成分からの相互作用のためというよりもむしろ、関係する成分による特定波長での相互作用のために起こることに起因すると考えることができる。これは単一のサンプル中の異なる化合物の分析を助ける。

以上、本発明を実施例で説明したが、請求の範囲に記載の本発明の範囲を逸脱することなく修正や付加がなされてもよい。

【 图 1 】

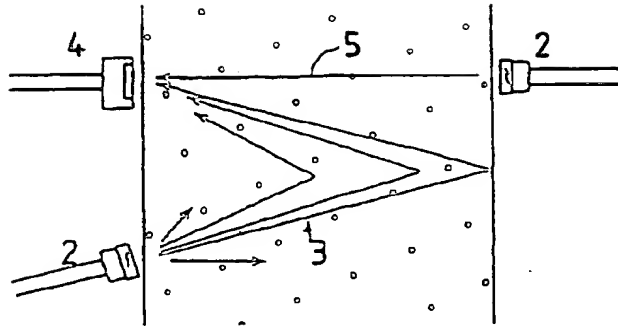


FIG. 1.

【 图 1 b 】

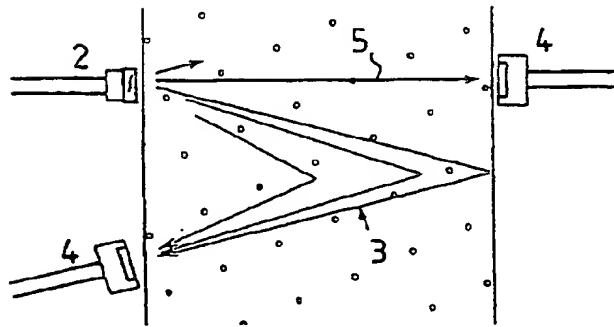


FIG. 1b.

【 図 1 】

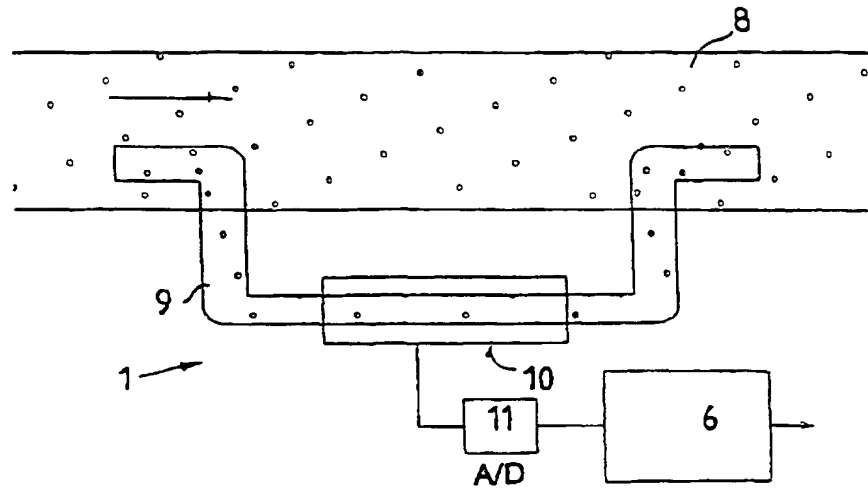


FIG. 1c.

【 図 2 】

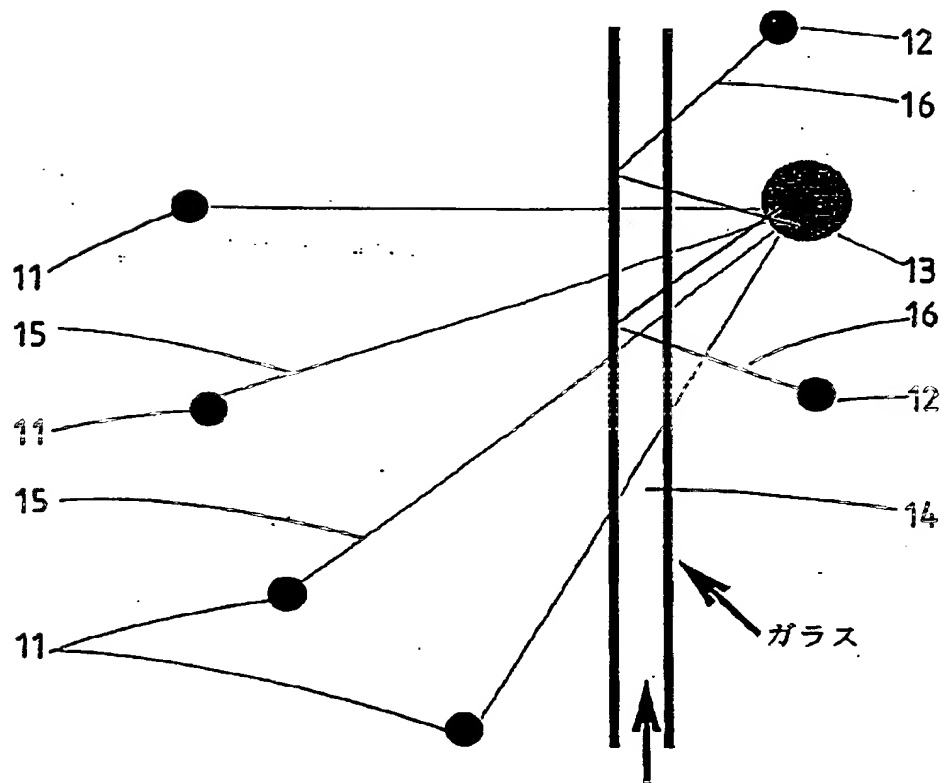


FIG. 2.

【 図 3 】

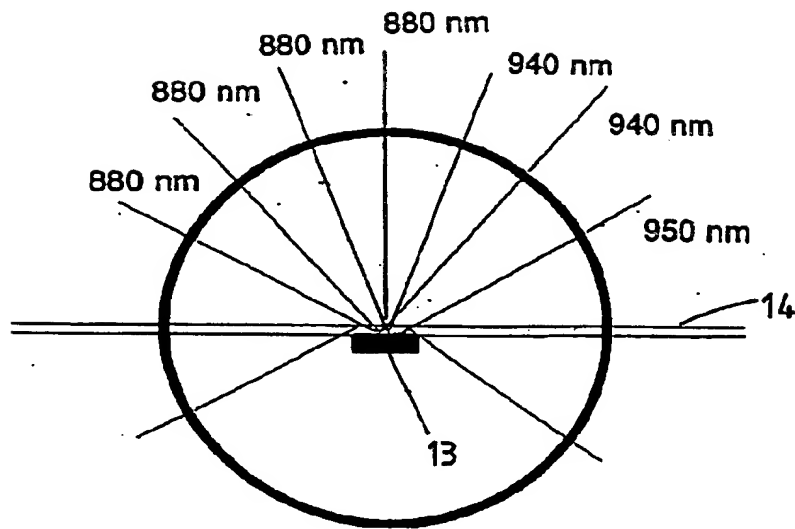


FIG. 3.

【 図 4 】

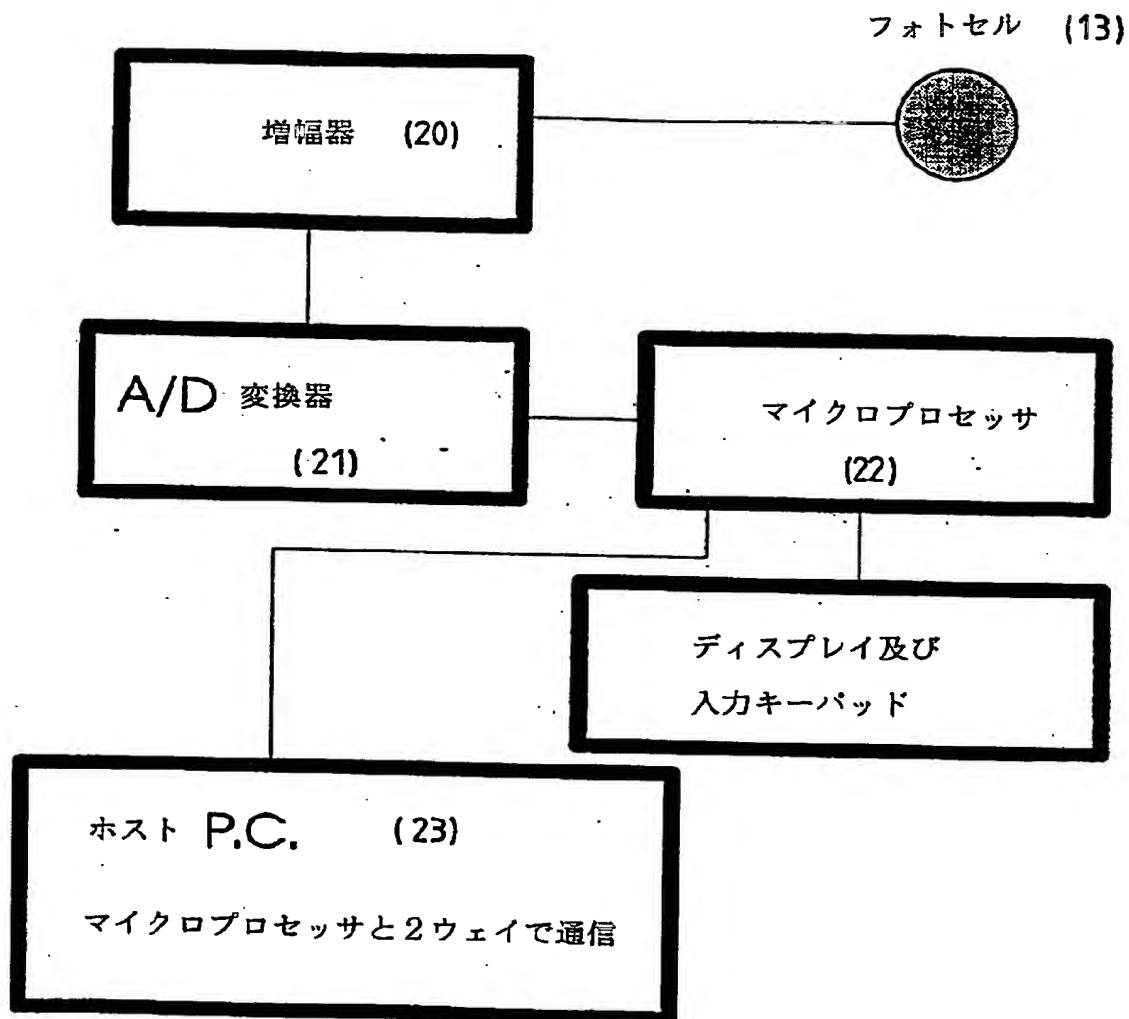


FIG. 4.

【 図 5 】

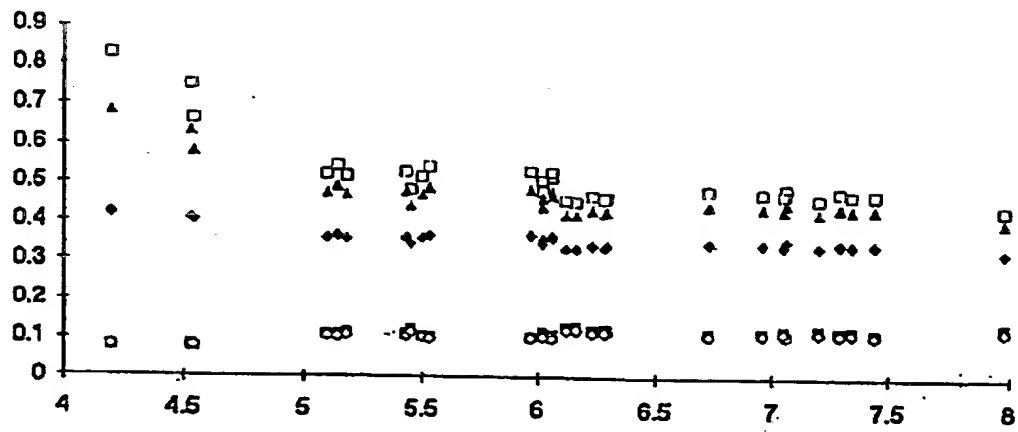


FIG. 5.

【 図 6 】

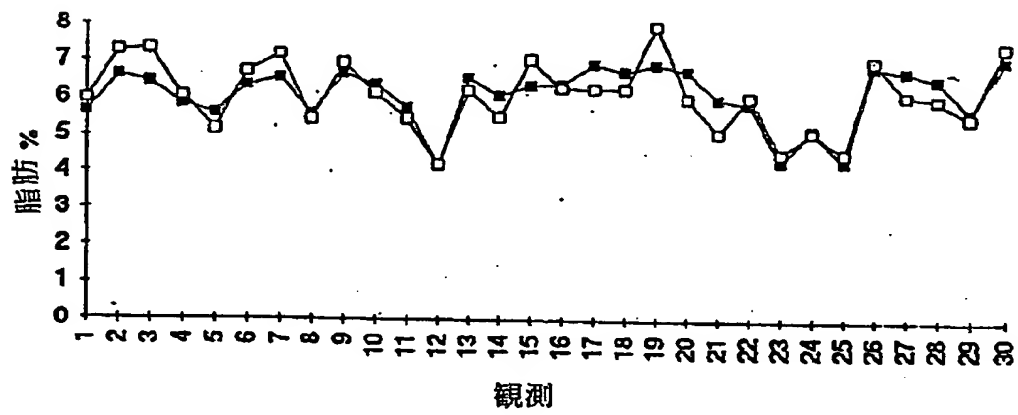
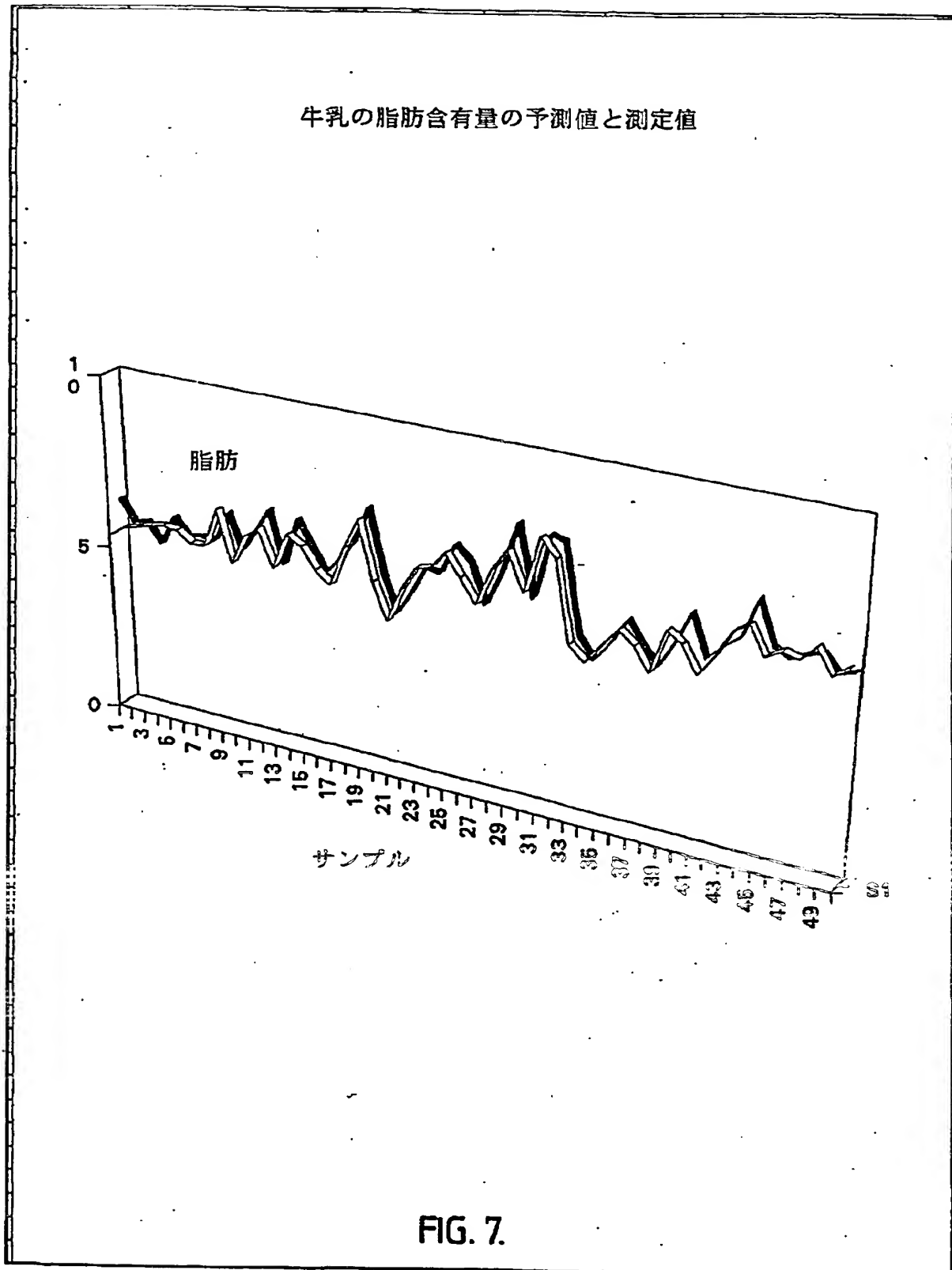


FIG. 6.

【 図 7 】



【 図 8 】

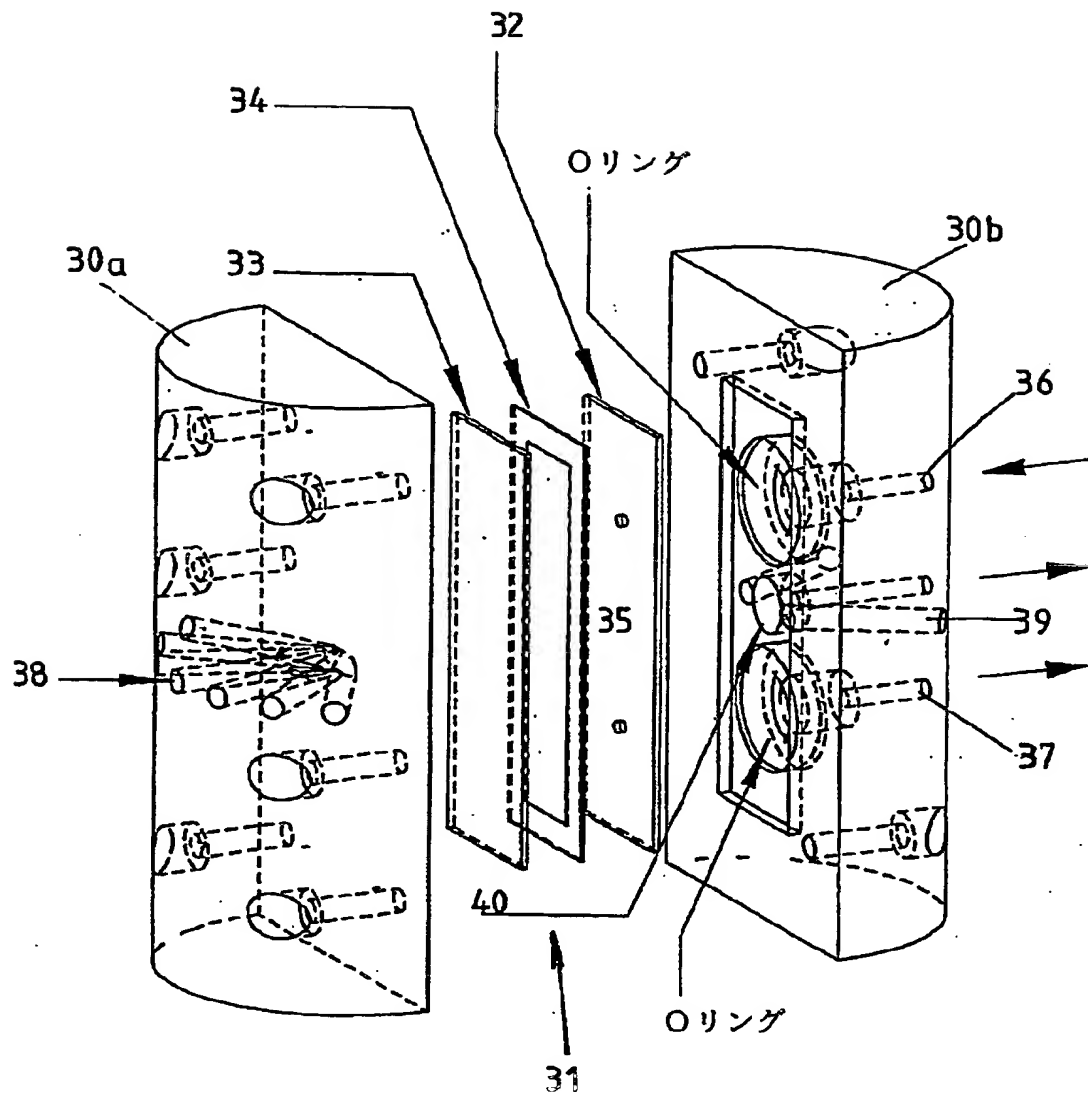
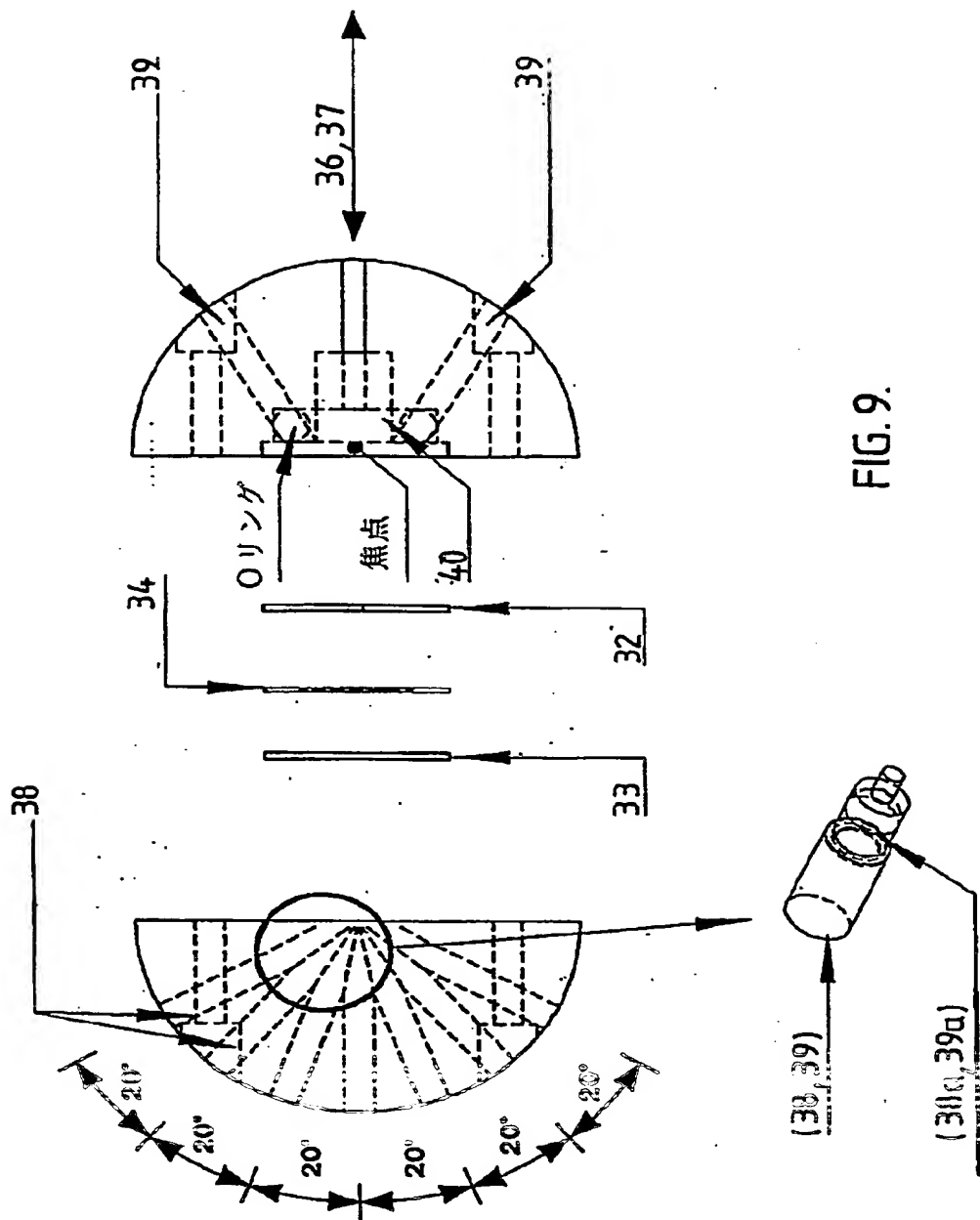
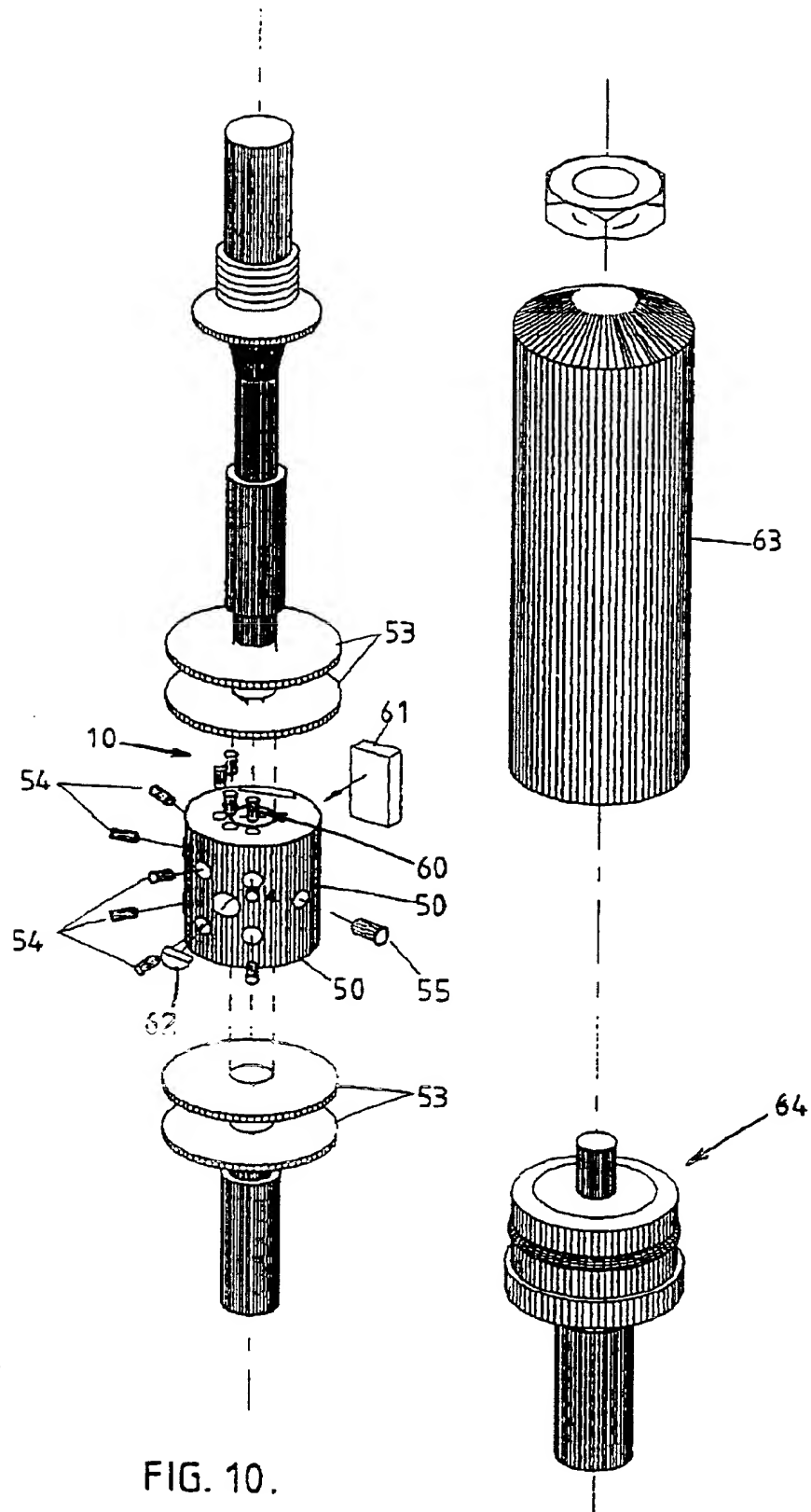


FIG. 8.

【 図 9 】



【 图 1 0 】



【 図 1 1 】

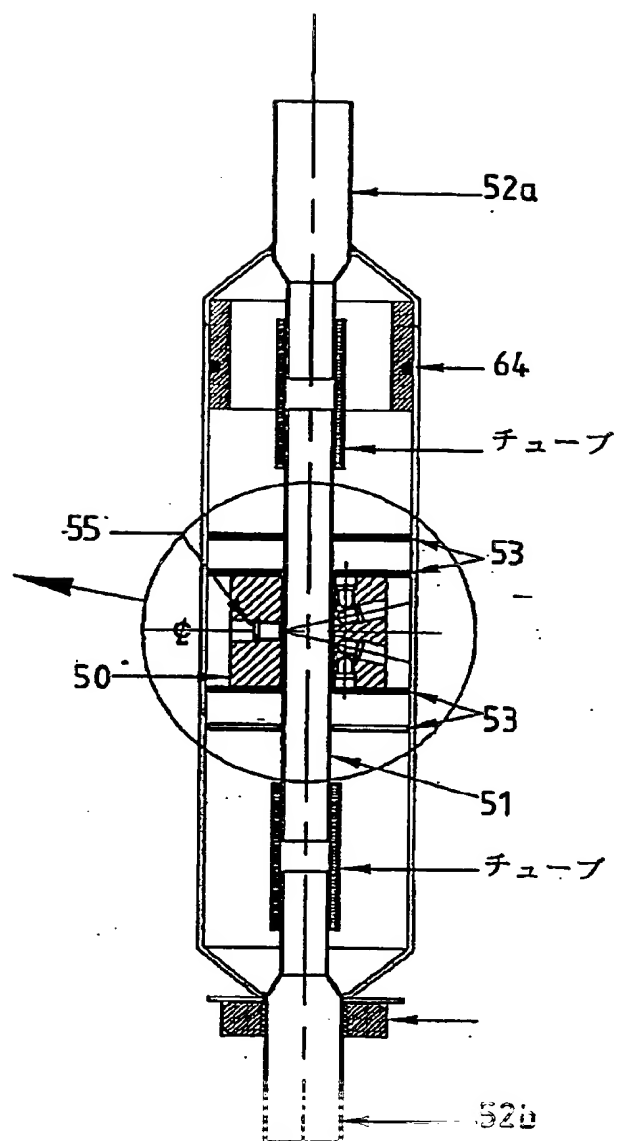
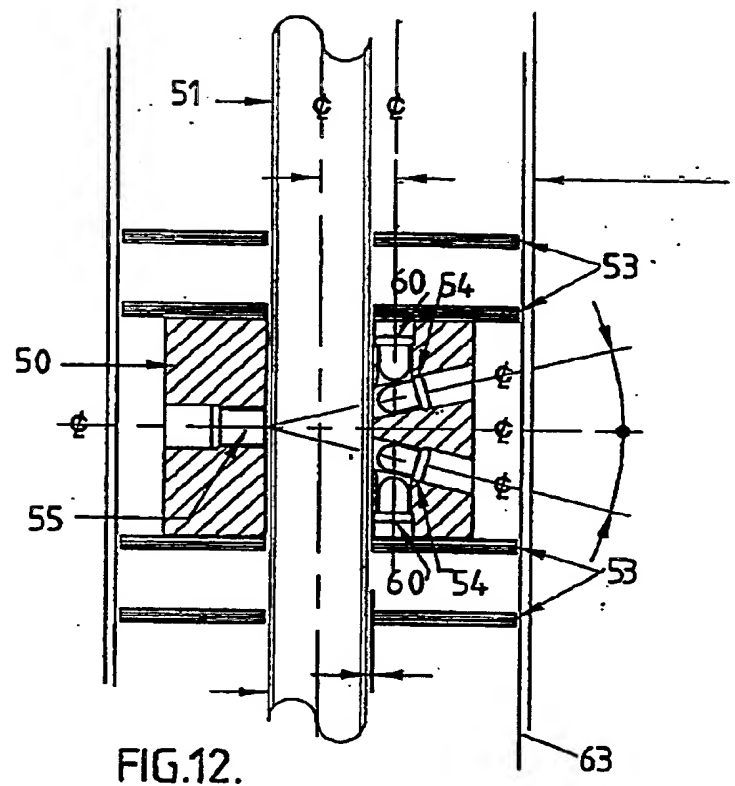
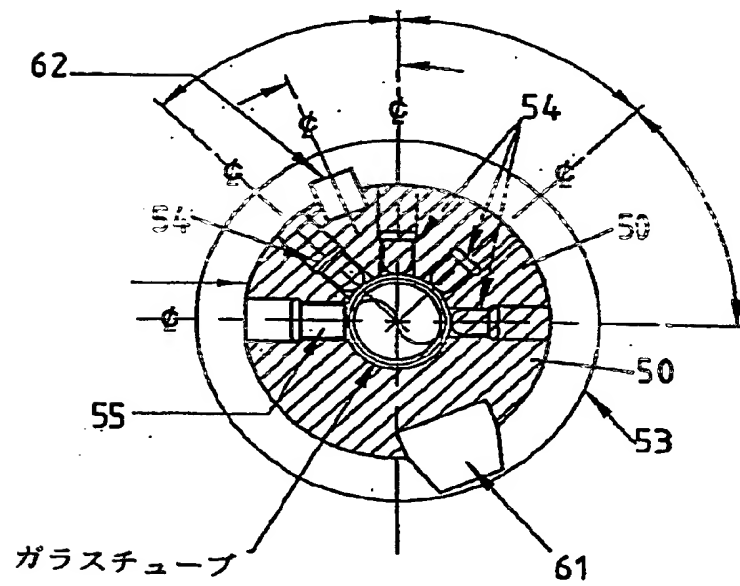


FIG.11.

【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 6 】

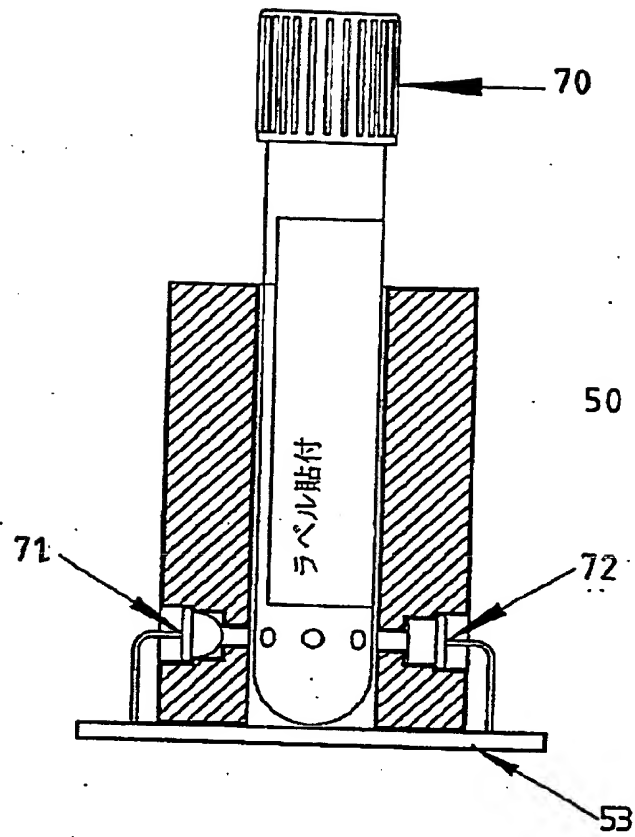


FIG. 14.

【 図 1 5 】

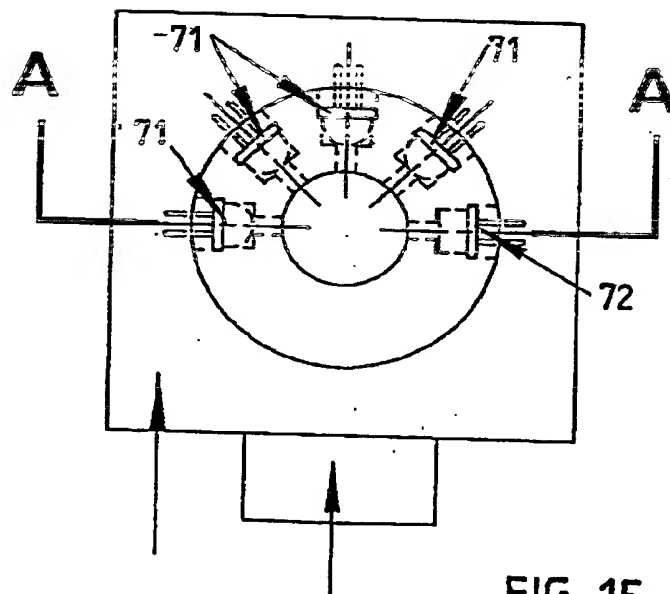


FIG. 15.

【 國際調查報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/SE 96/00424

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC6: G01N 15/06, G01N 21/49 // G01N 33/26, G01N 33/49
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6: G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

DIALOG: WPI, CLAIMS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-------------------------|
| X | CH 681747 A5 (ZOLLIG AG, RHEINECK), 14 May 1993 (14.05.93), column 3, line 14 - line 40; column 8, line 7 - line 8, figure 3 -- | 1,2,6-9,25, 27,28,31 |
| A | US 5033852 A (ZAGLIO), 23 July 1991 (23.07.91), figure 2, abstract ----- | 1-38 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 June 1996

Date of mailing of the international search report

14 -06- 1996

Name and mailing address of the ISA/
Swedish Patent Office
Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM
Facsimile No. + 46 8 666 02 86

Authorized officer

May Hallne
Telephone No. + 46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 Information on patent family members

01/04/96

International application No.

PCT/SE 96/00424

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|---|---------|---------------------|----------------------------|---------|---------------------|
| CH-A5- | 681747 | 14/05/93 | CA-A- | 2114412 | 09/12/93 |
| | | | EP-A- | 0597059 | 18/05/94 |
| | | | US-A- | 5416581 | 16/05/95 |
| | | | WO-A- | 9324824 | 09/12/93 |
| <hr/> | | | | | |
| US-A- | 5033852 | 23/07/91 | EP-A,A- | 0404732 | 27/12/90 |
| <hr/> | | | | | |

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, SZ, UG), UA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN

【要約の続き】

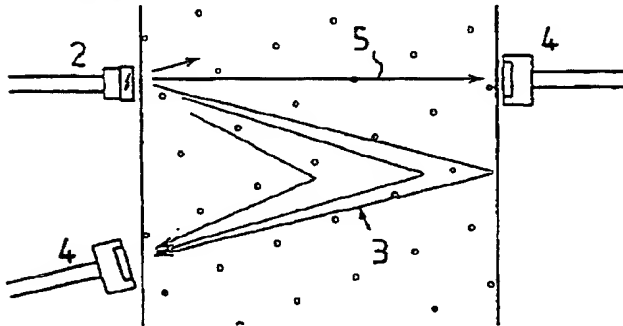


FIG.1b.